

## INVENTÁRIO DAS TENOLOGIAS DE TRATAMENTO DE ESGOTO SANITÁRIO DO ESTADO DE SANTA CATARINA

Autor: Eduardo Henrique Oréfice

Orientador: Paulo Belli Filho

2014/1

**UNIVERSIDADE FEDERAL DE SANTA CATARINA  
CENTRO TECNOLÓGICO  
DEPARTAMENTO DE ENGENHARIA SANITÁRIA E  
AMBIENTAL**

**EDUARDO HENRIQUE ORÉFICE**

**TECNOLOGIAS DE TRATAMENTO DE ESGOTO SANITÁRIO  
DO ESTADO DE SANTA CATARINA**

Trabalho de Conclusão de Curso  
apresentado ao programa de graduação  
em Engenharia Sanitária e Ambiental da  
Universidade Federal de Santa Catarina,  
como requisito parcial para obtenção do  
Grau de Engenheiro Sanitarista e  
Ambiental.

**FLORIANÓPOLIS, SC  
JULHO DE 2014**

Oréface, Eduardo Henrique

Tecnologias de Tratamento de Esgoto Sanitário do Estado de Santa Catarina

Eduardo Henrique Oréface – Florianópolis, 2014.

Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação) – Universidade Federal de Santa Catarina. Departamento de Engenharia Sanitária e Ambiental. Graduação em Engenharia Sanitária e Ambiental.

Orientador: Prof. Dr. Paulo Belli Filho.

Título em inglês: Sewage Treatment Technologies of Santa Catarina State.

**1 - Sewage, 2 – Sewage Treatment, 3 – Sewage Treatment Technologies.**

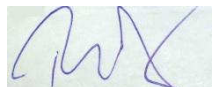
UNIVERSIDADE FEDERAL DE SANTA CATARINA  
CENTRO TECNOLÓGICO  
CURSO DE GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA SANITÁRIA E  
AMBIENTAL

TECNOLOGIAS DE TRATAMENTO DE ESGOTO SANITÁRIO DO  
ESTADO DE SANTA CATARINA

EDUARDO HENRIQUE ORÉFICE

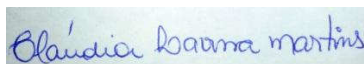
Trabalho submetido à Banca Examinadora  
como parte dos requisitos para Conclusão do  
Curso de Graduação em Engenharia Sanitária  
e Ambiental – TCC II

BANCA EXAMINADORA:



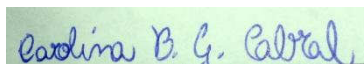
---

Prof. Dr. Paulo Belli Filho  
(Orientador)



---

Dr<sup>a</sup>. Cláudia Lavina Martins  
(Membro da Banca)



---

Eng<sup>a</sup>. Carolina Bayer Gomes Cabral  
(Membro da Banca)

FLORIANÓPOLIS, SC  
JULHO DE 2014



## **RESUMO**

O presente trabalho consiste em uma pesquisa realizada nos municípios do Estado de Santa Catarina quanto às formas de tratar os esgotos sanitários gerados devido ao uso humano da água. O Estado ocupa uma das piores posições quanto ao fato no quadro brasileiro, por isso, o objetivo principal é diagnosticar as formas de tratamento existentes a das tecnologias analisadas para ter uma visão mais ampla e resumida da situação atual. Para isto, foi elaborado um questionário técnico envolvendo os métodos de tratamento mais conhecidos e usuais no Brasil e enviado aos diversos municípios que, primeiramente, identificou-se que possuíam algum tratamento de esgoto doméstico. Espera-se com a pesquisa, dar um enfoque maior ao assunto, tanto academicamente como profissionalmente para que a situação tenda a melhorar cada vez mais. Também se espera disponibilizar a pesquisa para que chegue ao conhecimento dos demais municípios que não possuam tratamento de seus esgotos e tomem como base os já existentes.

**PALAVRAS-CHAVE:** Esgoto Sanitário; Estações de Tratamento de Esgotos; Tecnologias de Tratamento de Esgoto.

## **ABSTRACT**

This essay is a research which was done about ways to treat sewage due human use of water in the districts of Santa Catarina state. The state is in one of the worst positions of the general framework in Brazil, therefore, the main goal is to diagnose possible ways of sewage treatment of analysed technologies to have a wide and summed view of the current framework. To reach that, was done a technical questionnaire involving known and usual treatment methods in Brazil and sending to all districts that, primarily was identified some sewage treatment working. It is expected in this research, a big approach in the subject, even academically as professionally to improve the current situation. Also is expected to send the search to all the districts that do not have sewage treatment and draw upon in the treatment existing already.

**KEY-WORDS:** Sewage; Sewage Treatment; Sewage Treatment Technologies.

## ÍNDICE DE ABREVIACÕES

AGESAN – Agência Reguladora de Serviços de Saneamento Básico do Estado de Santa Catarina;

AGIR – Agência Intermunicipal de Regulação, Controle e Fiscalização de Serviços Públicos Municipais do Médio Vale do Itajaí;

AGR – Agência Reguladora de Saneamento de Tubarão;

AMAE – Agência Municipal de Água e Esgoto;

ARIS – Agência Reguladora Intermunicipal de Saneamento;

CASAN – Companhia Catarinense de Águas e Saneamento;

DBO – Demanda Bioquímica de Oxigênio;

DQO – Demanda Química de Oxigênio;

EMASA – Empresa Municipal de Saneamento de Balneário Camboriú;

ETA – Estação de Tratamento de Água;

ETE – Estação de Tratamento de Esgotos;

FATMA – Fundação do Meio Ambiente;

IBGE – Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística;

OD – Oxigênio Dissolvido;

pH – Potencial Hidrogeniônico da Água;

RALF – Reator Anaeróbio de Lodo Fluidizado;

RBS – Reator em Batelada Sequencial;

SAE – Sistema de Água e Esgotos;

SAMAE – Serviço Autônomo Municipal de Água e Esgoto;

SANEFRAI – Saneamento Fraiburgo;

SC – Santa Catarina;

SEMASA – Secretaria Municipal de Águas e Saneamento;

SEMASA – Serviço Municipal de Água, Saneamento Básico e Infraestrutura;

SIMAE – Serviço Intermunicipal de Água e Esgoto;

SS – Sólidos Sedimentáveis;

ST – Sólidos Totais;

SDT – Sólidos Dissolvidos Totais;

SDF – Sólidos Dissolvidos Fixos;

SDV – Sólidos Dissolvidos Voláteis;

SST – Sólidos Suspensos Totais;

SSF – Sólidos Suspensos Fixos;

SSV – Sólidos Suspensos Voláteis;

TCC – Trabalho de Conclusão de Curso;

UASB – Upflow Anaerobic Sludge Blanket;

UFSC – Universidade Federal de Santa Catarina.

## ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Distribuição Percentual de Acordo com o Tipo de Saneamento .....	15
Figura 2. Índice Médio de Atendimento Urbano por Rede Coletora de Esgoto .....	16
Figura 3. Valores Médios da Concentração de Sólidos no Esgoto Sanitário .....	22
Figura 4. Etapas do Gerenciamento do Lodo e Principais Processos Envolvidos .....	36
Figura 5. Parte do Questionário Técnico da Pesquisa.....	39
Figura 6. ETE Lagoa da Conceição, Florianópolis. Novembro de 2013 .....	40
Figura 7. Parte da Planilha Inicial do Trabalho.....	41
Figura 8. Tratamentos Empregados .....	43
Figura 9. Tratamentos Empregados (Válido).....	44
Figura 10. Pós-Tratamentos Empregados .....	44
Figura 11. Variações de Lodos Ativados .....	45
Figura 12. Tempo de Atuação das ETEs.....	46
Figura 13. Tempo de Atuação das ETEs (Válido). .....	46
Figura 14. População Atendida pelas ETEs. ....	47
Figura 15. População Atendida pelas ETEs (Válido) .....	47
Figura 16. Eficiência Remoção de $\text{DBO}_5$ .....	48
Figura 17. Eficiência Desinfecção .....	48
Figura 18. Eficiência Remoção de $\text{DBO}_5$ (Válido) .....	49
Figura 19. Eficiência Desinfecção (Válido).....	49
Figura 20. Consorciados CASAN em 2012. ....	50

Figura 21. Sistema Coletor Joaçaba e Herval d'Oeste. ....	53
Figura 22. Sistema Australiano ETE de Joaçaba e Herval d'Oeste.....	54
Figura 23. Processo de Tratamento ETE Sombrio .....	55
Figura 24. Reator UASB ETE Canasvieiras.....	57
Figura 25. Valo de Oxidação (esquerda) e Decantador Secundário (direita) ETE Canasvieiras .....	58
Figura 26. Entrada da ETE Lagoa da Conceição .....	58
Figura 27. Pré-tratamento.....	59
Figura 28. Reator UASB.....	59
Figura 29. Valo de Oxidação.....	60
Figura 30. Decantador Secundário .....	61
Figura 31. Placa de Inauguração da ETE. ....	62
Figura 32. Pré-tratamento.....	63
Figura 33. Floculação.....	63
Figura 34. Pós-floculação.....	63
Figura 35. Tanque de Contato. ....	64
Figura 36. Barrilete da Elevatória .....	65
Figura 37. Desidratação do Lodo. ....	65
Figura 38. Área da Reforma e Tanques de Estoque de Lodo. ....	66
Figura 39. ETE Água Verde.....	67
Figura 40. Informações Gerais da ETE.....	68
Figura 41. Etapas dos Reatores RBSs. ....	69
Figura 42. Etapas do Tratamento Empregado. ....	71
Figura 43. Áreas de Influência da Rede do Bairro. ....	71

## ÍNDICE DE TABELAS

Tabela 1. Composição Simplificada do Esgoto Sanitário .....	20
Tabela 2. Primeiras Estações de Tratamento de Esgotos. ....	25
Tabela 3. Limites Legais para Alguns Parâmetros nos Corpos de Água Doce .....	26
Tabela 4. Limites Legais para Lançamento de Alguns Parâmetros. ....	27
Tabela 5. Limites Estaduais para Lançamento de Alguns Parâmetros..	27
Tabela 6. Empresas de Saneamento e Agências Reguladoras em Santa Catarina.....	37
Tabela 7. Municípios Regulados pela AGIR e suas Respectivas Situações Quanto ao Esgotamento Sanitário.....	50
Tabela 8. Características das ETEs de Blumenau, segundo a AGIR. ....	51
Tabela 9. Componentes da ETE Lagoa da Conceição .....	59
Tabela 10. Processos de Cada Etapa dos RBSs .....	69

## SUMÁRIO

<b>1. INTRODUÇÃO .....</b>	<b>15</b>
<b>2. OBJETIVOS .....</b>	<b>18</b>
2.1. Objetivo Geral .....	18
2.2. Objetivos Específicos .....	18
<b>3. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA .....</b>	<b>19</b>
3.1. Esgoto Sanitário.....	19
3.1.1. Parâmetros Indicadores .....	20
3.1.1.1. pH.....	21
3.1.1.2. Temperatura .....	21
3.1.1.3. OD .....	21
3.1.1.4. DBO .....	21
3.1.1.5. DQO.....	21
3.1.1.6. Sólidos.....	22
3.1.1.7. Turbidez .....	22
3.1.1.8. Nitrogênio .....	23
3.1.1.9. Fósforo.....	23
3.1.1.10. Óleos e Graxas.....	23
3.1.1.11. Coliformes.....	23
3.1.1.12. Metais.....	24
3.2. Estação de Tratamento de Esgotos .....	24
3.2.1. Histórico .....	24
3.2.2. Componentes da ETE.....	25
3.2.3. Fundamentação Legal.....	26
3.2.3.1. Legislação Federal .....	26
3.2.3.2. Legislação Estadual.....	27



3.3.	Tratamento de Esgotos .....	28
3.3.1.	Processos de Tratamento .....	28
3.3.1.1.	Lagoas de Estabilização .....	29
3.3.1.2.	Disposição no Solo .....	30
3.3.1.3.	Sistemas Anaeróbios .....	31
3.3.1.4.	Lodos Ativados .....	32
3.3.1.5.	Reatores Aeróbios com Biofilmes .....	33
3.3.1.6.	Desinfecção .....	34
3.3.1.7.	Tratamento e Disposição do Lodo .....	34
<b>4.</b>	<b>METODOLOGIA .....</b>	<b>37</b>
4.1.	Órgãos e Empresas Competentes .....	37
4.2.	Questionário Técnico .....	38
4.3.	Visitas Técnicas .....	40
4.4.	Informações via Internet .....	40
4.5.	Apresentação dos Resultados .....	41
4.5.1.	Tabelas Excel® .....	41
<b>5.</b>	<b>RESULTADOS .....</b>	<b>42</b>
5.1.	Considerações Iniciais .....	42
5.2.	Estatísticas das Estações .....	42
5.2.1.	Tipos de Tratamentos .....	43
5.2.2.	Tempo de Operação .....	45
5.2.3.	População Atendida .....	46
5.2.4.	Eficiência dos Tratamentos .....	47
5.3.	Casos Peculiares .....	49
5.3.1.	Consorticiados CASAN .....	49
5.3.2.	Municípios Regulados pela AGIR .....	50
5.3.3.	Caso dos Municípios Consorticiados com o SIMAE .....	52

5.3.4.	Casos de RBSs Seguidos por Eficiente Desinfecção.....	54
5.3.4.1.	ETE de Sombrio .....	54
5.3.4.2.	ETE de Gov. Celso Ramos .....	55
5.3.5.	Emissário de Laguna .....	56
5.3.6.	Relatórios de Fiscalização AGESAN .....	56
5.4.	Visitas Realizadas.....	58
5.4.1.	ETE Lagoa da Conceição .....	58
5.4.2.	ETE Água Verde .....	61
5.4.3.	ETE Jurerê Internacional.....	67
5.5.	Considerações Finais .....	72
<b>6.</b>	<b>CONCLUSÕES E CONSIDERAÇÕES .....</b>	<b>73</b>
<b>7.</b>	<b>REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....</b>	<b>74</b>
<b>8.</b>	<b>ANEXOS .....</b>	<b>76</b>





## 1. INTRODUÇÃO

Atualmente sabe-se que um dos maiores problemas enfrentados pela sociedade na questão ambiental é o saneamento básico. O Brasil não possui um quadro satisfatório quanto ao fato, segundo o Censo de 2010 do IBGE, não mais de 62% das residências brasileiras possuem algum tipo de coleta de esgotos. O percentual de tratamento destes é ainda menor (IBGE, 2010). Pode-se ver isto através da Figura 1.

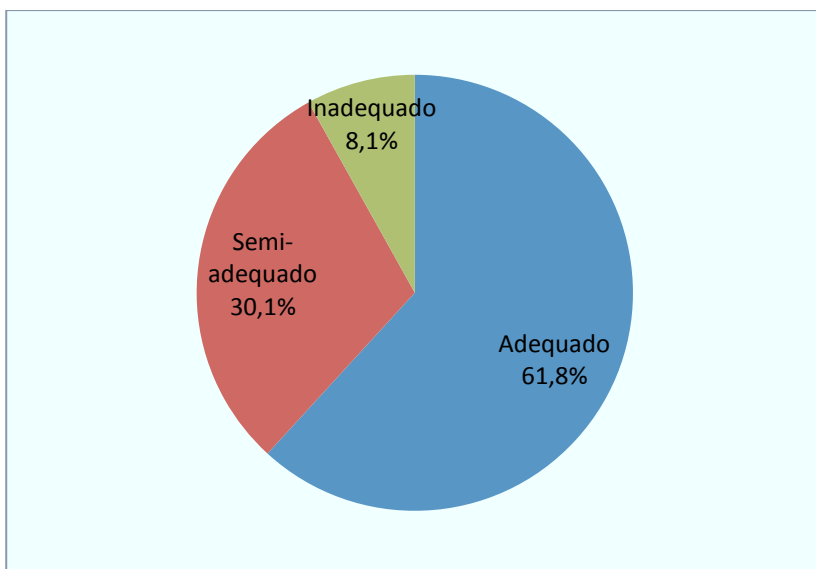


Figura 1 Distribuição percentual de acordo com o tipo de saneamento. Fonte: Adaptado de IBGE (2010)

Surpreendentemente, o Estado de Santa Catarina está entre os piores do país em relação à coleta e tratamento de esgotos. O Estado é o pior em quantidade de redes coletoras entre as regiões sul, sudeste e centro-oeste do Brasil (SNIS, 2013).

Através da Figura 2, nota-se a situação do Estado em relação ao atendimento por redes coletoras de esgoto de suas áreas urbanas.

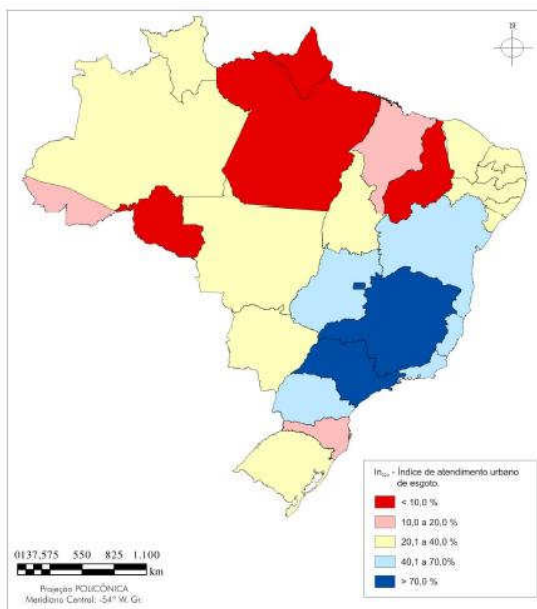


Figura 2 Índice médio de atendimento urbano por rede coletora de esgoto. Fonte: Adaptado de SNIS (2012)

De acordo com a Lei Federal 11.445 de janeiro de 2007, todo município brasileiro deve possuir um plano de saneamento que aborde, ao menos, os seguintes aspectos: Coleta e tratamento de resíduos sólidos, drenagem urbana, tratamento e abastecimento de água e coleta e tratamento de esgoto sanitário (BRASIL, 2007).

Este material, gerado continuamente pela sociedade, pode trazer diversos agravos à saúde pública. Vários compostos como nutrientes e metais podem ser assimilados pelo homem quando este utilizar-se de um rio ou solo contaminado como fonte de água ou produção de alimento, além de entrar em contato com microrganismos patogênicos presentes nos esgotos.

Dessa maneira, esgotos podem contaminar corpos hídricos e solo, se despejado in natura ou tendo um tratamento ineficiente, devido a uma série dessas características poluidoras. Quanto aos rios, a principal questão que deve ser levada em conta é o decréscimo de OD. O motivo pelo qual o OD deve receber maior preocupação será explicado posteriormente neste trabalho.

Além da falta de preocupação das autoridades quanto ao assunto, há muita falta de informação por parte da sociedade. Poucos são os que

sabem da real problemática para seres humanos e para o Meio Ambiente sobre o despejo incorreto de esgotos em rios e solos.

Quanto ao tratamento de esgoto propriamente dito, há diversos fatores que devem ser levados em conta para se chegar à técnica ideal a ser utilizada. Cada efluente possui suas características específicas de poluentes que podem variar bruscamente.

Esgotos sanitários, ou domésticos, caracterizam-se por terem uma carga biodegradável bem mais elevada que despejos químicos. Segundo Santos (2005), a concentração e a composição do esgoto doméstico são variadas e dependem muito das condições sociais e econômicas da população contribuinte, podendo englobar basicamente água, fezes, urina, restos de alimentos, sabão, partículas epidérmicas, partículas minerais e microrganismos patogênicos.

Com isso, existem diversas tecnologias que servem como tratamento e depuração dessa matéria orgânica. Este trabalho enfatiza as principais técnicas que são empregadas no Brasil, mais precisamente no Estado de Santa Catarina.

Na área acadêmica, pesquisas e trabalhos vêm recebendo maiores importâncias e aprimoramentos. Justamente com o intuito de contribuir com esses itens, espera-se com o trabalho estabelecer um panorama da real situação do tratamento de esgotos domésticos no Estado de Santa Catarina.

O diagnóstico das tecnologias de tratamento torna-se útil para a academia, iniciativa privada relacionada e órgãos públicos pertinentes, podendo utilizá-lo como fonte de consulta para posteriores trabalhos.

## **2. OBJETIVOS**

### **2.1. Objetivo Geral**

Realizar um levantamento de tecnologias e processos de tratamento de esgoto sanitário existentes no Estado de Santa Catarina.

### **2.2. Objetivos Específicos**

- Elaborar um diagnóstico de municípios que possuam tratamento de esgoto sanitário;
- Descrever os tipos de tratamento de esgoto dos municípios.



### 3. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

#### 3.1. Esgoto Sanitário

Já nos tempos mais remotos, desde que os homens começaram a se assentar em cidades, a coleta das águas servidas, que hoje chamamos de esgoto sanitário, passava a ser uma preocupação daquelas civilizações (NUVOLARI, 2003).

Hoje, apesar de várias cidades brasileiras já contarem com Estação de Tratamento de Esgoto, a grande maioria nem coleta nem trata seus esgotos. Fatalmente terão que fazê-lo, sob pena de ficarem sem mananciais de água apropriada para abastecimento público e amargarem sérios problemas de saúde pública (NUVOLARI, 2003).

O esgoto doméstico é gerado a partir da água de abastecimento e, portanto, sua medida resulta da quantidade da água consumida (NUVOLARI, 2003). Segundo o autor, o esgoto pode ser destinado a cursos d'água, lagoas, oceano ou até mesmo solo. O local de despejo é denominado corpo receptor.

Os esgotos domésticos contêm aproximadamente 99,9% de água. A fração restante inclui sólidos orgânicos e inorgânicos, suspensos e dissolvidos, bem como microrganismos. Portanto, é devido a essa fração de 0,1% que há a necessidade de se tratar os esgotos. (VON SPERLING, 1996).

Segundo Von Sperling (1996), os principais parâmetros relativos a esgotamento doméstico são:

- Sólidos;
- Indicadores de matéria orgânica;
- Nitrogênio;
- Fósforo;
- Indicadores de contaminação fecal.

A Tabela 1 apresenta, de maneira simplificada, a composição do esgoto sanitário.

<b>Tabela 1 Composição Simplificada do Esgoto Sanitário</b>	
<b>Em média</b>	<b>Descrição</b>
99,9% de água	Água de abastecimento utilizada na remoção do esgoto das residências
0,1% de sólidos	Sólidos grosseiros
	Areia
	SST
	SDT

Fonte: Adaptado de Nuvolari (2003)

A introdução da matéria orgânica em um corpo d'água resulta, indiretamente, no consumo de oxigênio dissolvido. Tal se deve aos processos de estabilização da matéria orgânica realizados pelas bactérias decompositoras, as quais utilizam oxigênio disponível no meio líquido para sua respiração (VON SPERLING, 1996).

Por esses fatores, o esgoto sanitário deve passar por coleta e/ou tratamento antes de receber uma destinação final adequada. Não será detalhada a parte de coleta e transporte de esgotamento sanitário neste trabalho.

### 3.1.1. Parâmetros Indicadores

Existem diversos parâmetros que podem e/ou devem ser observados quanto à qualidade das águas, inclusive as providas de esgotos. Os que merecem maior atenção são:

- pH;
- Temperatura;
- OD;
- DBO<sub>5</sub>;
- DQO;
- ST;
- Turbidez;
- Nitrogênio Total;
- Fósforos Totais;
- Óleos e Graxas;
- Coliformes Totais;
- Coliformes Termotolerantes;
- Metais.

#### 3.1.1.1. pH

O pH, potencial hidrogeniônico da água, representa a concentração de íons hidrogênio ( $H^+$ ) existentes em uma amostra. O pH neutro, em torno de 7,0, é o ideal para manutenção da grande maioria de vidas aquáticas. A variação deste parâmetro num efluente pode interferir nas atividades biológicas de decomposição de matéria orgânica.

#### 3.1.1.2. Temperatura

A temperatura é relevante, pois, além de alterar as condições naturais de um corpo receptor, está diretamente ligada a variações de quantidade de oxigênio dissolvido na água.

#### 3.1.1.3. OD

OD, ou oxigênio dissolvido representa a concentração de oxigênio em sua forma elementar ( $O_2$ ) existente num rio ou efluente. Está diretamente relacionado à manutenção de vida nos rios e aos processos de tratamento de esgotos. Segundo Nuvolari (2003), valores abaixo de 4,0 mg  $O_2$ /L estão diretamente ligados à mortalidade de peixes.

#### 3.1.1.4. DBO

$DBO_5$ , ou demanda bioquímica de oxigênio representa a quantidade de oxigênio dissolvido necessária aos microrganismos na estabilização da matéria orgânica em decomposição, sob condições aeróbias. Num efluente, quanto maior a quantidade de matéria orgânica biodegradável, maior é a DBO (NUVOLARI, 2003). Normalmente mede-se a DBO de cinco dias, a uma temperatura de 20°C ( $DBO_{5-20}$ ), que representa a quantidade de oxigênio utilizado na estabilização da matéria orgânica num período de cinco dias, numa amostra com temperatura de 20° Celsius.

#### 3.1.1.5. DQO

DQO, ou demanda química de oxigênio expressa a quantidade de oxigênio consumida ao longo do processo de oxidação de componentes orgânicos numa amostra (NUVOLARI, 2003).

### 3.1.1.6. Sólidos

ST, ou sólidos totais representa a quantidade de partículas sólidas existentes numa amostra. Este parâmetro é dividido em algumas classificações. A Figura 3 representa essa divisão, além da concentração média de sólidos nos esgotos sanitários.

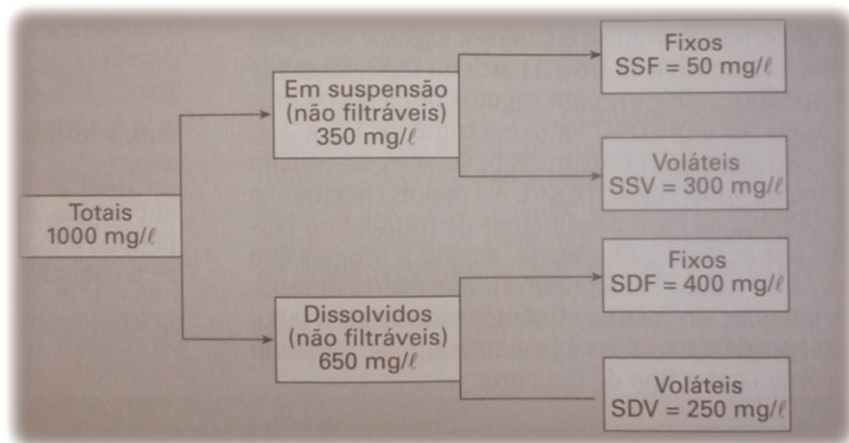


Figura 3 Valores médios da concentração de sólidos no esgoto sanitário. Fonte: Von Sperling (1996)

Os SST, sólidos suspensos totais representam as partículas com tamanho igual ou superior a 1,2  $\mu\text{m}$ . Os SDT, ou sólidos dissolvidos totais representam as partículas com tamanho inferior a 1,2  $\mu\text{m}$ .

Ambas as classificações acima podem ser divididas em mais duas: SFT, ou sólidos fixos totais, representam a porção de minerais existente na amostra e SVT, ou sólidos voláteis totais, representam a porção de matéria orgânica na amostra. Para diferenciação, a segunda porção volatiliza (oxida) a temperaturas superiores a 550°C, diferentemente da primeira.

### 3.1.1.7. Turbidez

A turbidez está diretamente relacionada à quantidade de SST existente numa amostra. O fator é importante, pois águas muito turvas tornam a penetração de luz mais difícil, diminuindo a concentração de OD da amostra.

### 3.1.1.8. Nitrogênio

A presença de nitrogênio em esgotos está diretamente relacionada com a atividade biológica dos organismos. Normalmente apresenta-se nas formas de nitrogênio orgânico (dissolvido ou em suspensão) e amoniacal ( $\text{N-NH}_4^+$ ) ou ionizado ( $\text{NH}_4^+$ ), característicos de recente poluição. Também podem aparecer nas formas de nitritos ( $\text{NO}_2^-$ ) e nitratos ( $\text{NO}_3^-$ ), característicos de poluição mais antiga. O nitrogênio pode ainda estar em diversas formas, inorgânicas ou orgânicas, podendo, inclusive, apresentar-se como gases tóxicos, como é o caso do gás cianídrico. As reações de transformação química do elemento estão diretamente relacionadas com o pH em que se encontra a amostra.

### 3.1.1.9. Fósforo

O fósforo é parte integrante do protoplasma das células dos microrganismos, constituindo-se num dos elementos essenciais para síntese bacteriana (NUVOLARI, 2003). Justamente por isso, sua presença caracteriza contaminação por despejos domésticos. Geralmente apresentam-se nas formas de ortofosfato, polifosfato e fósforo orgânico (VON SPERLING, 1996).

Segundo Nuvolari (2003), para garantir bom crescimento bacteriano e, portanto, boas condições de tratamento biológico nas ETES, é importante manter a relação carbono/nitrogênio/fósforo (CNP) próxima de 100:5:1. O esgoto doméstico normalmente já apresenta esta relação.

### 3.1.1.10. Óleos e Graxas

Sob a denominação de óleos e graxas estão incluídas as gorduras, as graxas, os óleos, tanto de origem vegetal quanto animal e principalmente os derivados de petróleo. Além de certa porcentagem existente nas fezes humanas, no esgoto sanitário essas substâncias são provenientes das cozinhas domésticas, restaurantes, postos de lavagem e lubrificação de veículos, garagens, etc (NUVOLARI, 2003).

### 3.1.1.11. Coliformes

As bactérias do grupo coliforme, por estarem presentes em grande número, no trato intestinal humano e de outros animais de

sangue quente, sendo eliminadas pelas fezes, constituem o indicador de contaminação fecal mais utilizado em todo o mundo.

Especificamente, os coliformes fecais são bactérias termotolerantes (reproduzem-se ativamente a temperaturas superiores a 44,5°C) e são causadoras de doenças parasitárias. A bactéria mais representativa deste grupo é a *Escherichia coli* e, segundo Cavalcanti (1999), constituem 95% dos coliformes existentes nas fezes humanas.

#### 3.1.1.12. Metais

Os metais, quando na forma solúvel, ou mais propriamente falando, na forma catiônica, podem entrar na cadeia alimentar humana e de outros animais ao serem absorvidos primariamente por plantas e microrganismos. Na sua grande maioria, em pequenas concentrações, estes são necessários ao metabolismo dos seres vivos. Porém, em concentrações maiores, são geralmente tóxicos (NUVOLARI, 2003).

### 3.2. Estação de Tratamento de Esgotos

Normalmente o tratamento de esgotos é feito numa Estação de Tratamento de Esgotos – ETE. Podendo haver, numa menor proporção, formas de tratamento descentralizado, seja pelas técnicas menos comuns utilizadas, seja pela quantidade de material que deve ser tratado.

#### 3.2.1. Histórico

Tendo sido o berço da Revolução Industrial, a Inglaterra sofreu intensa migração populacional do campo em direção às cidades. Nos rios ingleses de curta extensão, contavam-se diversas cidades ao longo de seus cursos, não apresentando, portanto, condições naturais propícias à autodepuração (NUVOLARI, 2003).

Com isto, Nuvolari (2003) menciona que a Inglaterra foi o primeiro país a iniciar pesquisas e dotar medidas saneadoras com relação aos seus esgotos urbanos. Com o grande crescimento das cidades em todo o mundo, ocorrido a partir do final do século XIX, outros países seguiram o exemplo inglês e começaram a se preocupar com o tratamento de seus esgotos. (NUVOLARI, 2003).

Pode-se afirmar que, a partir dessas primeiras experiências, os países mais economicamente desenvolvidos, em especial a Inglaterra, a maioria dos outros países europeus, EUA, o Canadá, a extinta União

Soviética e mais recentemente o Japão, começaram a tratar os esgotos de suas cidades. (NUVOLARI, 2003).

A Tabela 2 apresenta as primeiras ETEs criadas no mundo.

<b>Tabela 2 Primeiras Estações de Tratamento de Esgotos</b>				
<b>Ano</b>	<b>Inglaterra</b>		<b>Estados Unidos</b>	
	<b>ETE</b>	<b>Vazão (m³/dia)</b>	<b>ETE</b>	<b>Vazão (m³/dia)</b>
1914	Salford	303		
1915	Davyhulme	378		
1916	Worcester Sheffield	7570 3028	San Marcos – Texas Milwaukee – Wiscosin Cleveland – Ohio	454 7570 3787
1917	Withington Stanford	946 3028	Houston North – Texas	20817
1918			Houston South – Texas	18925
1920	Tunstall Sheffield	3104 1340		
1921	Davyhulme Bury	2509 1363		
1922			Desplaines – Illinois Calumet – Indiana	20817 5677
1925			Milwaukee – Wiscosin Indianápolis – Indiana	170325 189250
1927			Chicago North - Illinois	662375

Fonte: Adaptado de Jordão e Pessoa (1995)

### 3.2.2. Componentes da ETE

Uma ETE geralmente possui um tratamento preliminar, seguido de tratamento primário e secundário, podendo haver até um tratamento terciário, dependendo da legislação local ou exigência do corpo receptor envolvido. Estes conceitos serão explicados no item seguinte.

As formas mais comuns de tratamento de esgotos sanitários empregados nas ETEs são processos por lagoas de estabilização e/ou reatores. Estes componentes realizam os tratamentos primário e secundário no efluente. Já para o tratamento terciário, usam-se comumente lagoas de polimento ou tanques de desinfecção.

Outros componentes que podem existir numa ETE são:

- Estações elevatórias;
- Controle de odores;
- Queima ou armazenamento de gases de processos anaeróbios;
- By-pass em algum momento do tratamento;
- Sistemas alternativos como wetlands;
- Tratamento ou armazenamento do lodo gerado.

### 3.2.3. Fundamentação Legal

As ETEs devem tratar os esgotos para retorná-lo ao meio natural. Para isto, devem atender a legislações ambientais quanto aos padrões de lançamento dos parâmetros anteriormente citados.

#### 3.2.3.1. Legislação Federal

A Tabela 3 representa os limites legais para alguns dos parâmetros indicadores, segundo legislação federal.

<b>Tabela 3 Limites Legais para Alguns Parâmetros nos Corpos de Água Doce</b>					
<b>Parâmetro</b>	<b>Unidades</b>	<b>Padrões de qualidade dos corpos d'água conforme suas classes (CONAMA 430/2001)</b>			
		<b>Classe 1</b>	<b>Classe 2</b>	<b>Classe 3</b>	<b>Classe 4</b>
pH	-	6,0 a 9,0			
OD	mg O <sub>2</sub> /L	> 6,0	> 5,0	> 4,0	> 2,0
DBO <sub>5-20</sub>	mg/L	3,0	5,0	10,0	NF <sup>2</sup>
SST	mg/L	Ausentes	Ausentes	Ausentes	NF
SDT	mg/L	500,0	500,0	500,0	NF
Turbidez	UNT	40,0	100,0	100,0	NF
Nitrogênio Amoniacal Total <sup>1</sup>	mg N-NH <sub>4</sub> <sup>+</sup> /L	Entre 3,7 e 0,5	Entre 3,7 e 0,5	Entre 13,3 e 8,5	NF
Nitrito	mg NO <sub>2</sub> /L	1,0	1,0	1,0	NF
Nitrato	mg NO <sub>3</sub> /L	10,0	10,0	10,0	NF
Fósforo Total	mg P/L	0,02	0,03	0,05	NF
Óleos e Graxas	mg/L	Ausentes	Ausentes	Ausentes	TI <sup>3</sup>
Coliformes Termotolerantes	NMP/100 mL	200	1000	2500	NF



<sup>1</sup>Os valores de nitrogênio amoniacal total variam de acordo com o pH do rio. Quanto maior for o pH, menor deve ser a concentração de nitrogênio amoniacal. <sup>2</sup>NF – “*não fixado*”. <sup>3</sup>Toleram-se iridescências.

A legislação também especifica valores limites para diversos metais, de acordo com a classe do rio.

A mesma lei federal brasileira também prevê valores limites para parâmetros poluentes de efluente de uma ETE. Estes valores podem ser vistos na Tabela 4.

<b>Tabela 4 Limites Legais para Lançamento de Alguns Parâmetros</b>		
<b>Parâmetro</b>	<b>Unidades</b>	<b>Padrões de emissão (CONAMA 430/2011)</b>
pH	-	5,0 a 9,0
Temperatura	°Celsius	≤ 40,0
SS	mL/L	≤ 1,0
DBO <sub>5</sub>	mg/L	≤ 120,0 ou 60% de remoção no tratamento

Novamente, existe uma série de limites para diversos tipos de metais quanto ao lançamento proveniente de tratamento.

### 3.2.3.2. Legislação Estadual

O Estado de SC prevê outras diretrizes para a qualidade das águas quanto aos valores limites de lançamento de efluentes provenientes de ETEs. O órgão ambiental do Estado, a FATMA, dispõe de acordo com a Tabela 5.

<b>Tabela 5 Limites Estaduais para Lançamento de Alguns Parâmetros</b>		
<b>Parâmetro</b>	<b>Unidades</b>	<b>Padrões de emissão (Lei Estadual 14.675/2009)</b>
pH	-	6,0 a 9,0
Óleos e Graxas	mg/L	30,0
Fósforo Total	mg/L	4,0
DBO <sub>5</sub>	mg/L	60,0 ou 80% de remoção no tratamento

A FATMA prevê outras diretrizes de lançamento, inclusive em relação a metais. Os padrões não especificados nesta lei devem atender à legislação federal citada anteriormente. Vale lembrar que alguns

municípios do Estado possuem legislação ambiental própria, ainda mais restritiva, como é o caso de Joinville por exemplo.

### 3.3. Tratamento de Esgotos

Von Sperling (1996) diz que para adequar o lançamento de um efluente a um corpo receptor, associam-se dois termos ao tratamento de esgotos: Nível de tratamento e eficiência de tratamento. Os níveis são divididos da seguinte maneira:

- Preliminar;
- Primário;
- Secundário;
- Terciário (apenas eventualmente).

O tratamento preliminar do esgoto é realizado através de gradeamento e desarenador, seguido por um medidor de vazão. Este procedimento tem como principal função retirar quantidades de sólidos grosseiros e parte de SST do efluente.

Já o tratamento primário, serve para remoção de SST e SS do esgoto, reduzindo a matéria orgânica presente. Neste nível e no anterior, predominam-se mecanismos físicos no tratamento. A partir do tratamento secundário, os mecanismos são basicamente biológicos.

No tratamento secundário, prevê-se mais remoção de SST, SDV (matéria orgânica remanescente), reduzindo valores de  $DBO_5$  do esgoto. Pode haver retirada de nutrientes, como o fósforo e o nitrogênio.

Caso haja a necessidade de um tratamento terciário, o mesmo serve para remoção de nutrientes, parâmetro de difícil tratamento, além de boa remoção de patógenos em geral.

#### 3.3.1. Processos de Tratamento

Usualmente, tem-se para a realização do tratamento preliminar um gradeamento seguido por um desarenador. Sólidos grosseiros são retidos nas grades, enquanto que sólidos sedimentáveis e parte dos SST ficam no desarenador.

### 3.3.1.1. Lagoas de Estabilização

**LAGOA FACULTATIVA** – Os esgotos fluem continuamente em lagoas especialmente construídas para o tratamento. O líquido permanece na lagoa por vários dias. A DBO Solúvel e a DBO finamente particulada são estabilizadas aerobiamente por bactérias dispersas no meio líquido, ao passo que a DBO suspensa tende a sedimentar, sendo convertida anaerobiamente por bactérias do fundo da lagoa. O oxigênio requerido pelas bactérias é obtido pelas algas, através da fotossíntese (VON SPERLING, 1996).

**LAGOA ANAERÓBIA – LAGOA FACULTATIVA** – A DBO<sub>5</sub> é em torno de 50 a 65% removida (convertida a líquidos e gases) na lagoa anaeróbia (mais profunda e com menor volume), enquanto a DBO remanescente é removida na lagoa facultativa. O sistema ocupa uma área inferior ao de uma lagoa facultativa única (VON SPERLING, 1996).

**LAGOA AERADA FACULTATIVA** – Os mecanismos de remoção da DBO<sub>5</sub> são similares aos de uma lagoa facultativa. No entanto, o oxigênio é fornecido por aeradores mecânicos. Como a lagoa é também facultativa, uma grande parte dos sólidos do esgoto e da biomassa sedimenta, sendo decomposta anaerobiamente no fundo (VON SPERLING, 1996).

**LAGOA AERADA DE MISTURA COMPLETA – LAGOA DE DECANTAÇÃO** – A energia introduzida por unidade de volume da lagoa é elevada, o que faz com que os sólidos (principalmente a biomassa) permaneçam dispersos no meio líquido ou em mistura completa. A decorrente maior concentração de bactérias no meio líquido aumenta a eficiência do sistema na remoção da DBO<sub>5</sub>, o que permite que a lagoa tenha um volume inferior ao de uma lagoa aerada facultativa. No entanto, o efluente contém um elevado teor de sólidos (bactérias) que necessitam ser removidos antes do lançamento no corpo receptor. A lagoa de decantação à jusante proporciona tal remoção (VON SPERLING, 1996).

**LAGOA DE ALTA TAXA** – As lagoas de alta taxa são concebidas para maximizar a produção de algas, em um ambiente totalmente aeróbio. Para tanto, as lagoas possuem reduzidas profundidades, garantindo a penetração da energia luminosa em toda massa líquida. Em decorrência,

a atividade fotossintética é elevada, proporcionando altas concentrações de OD e elevação de pH. Estes fatores contribuem para o aumento da mortalidade de microrganismos patogênicos e para a remoção de nutrientes. As lagoas de alta taxa recebem elevada carga de orgânica por unidade de área superficial. Há usualmente a introdução de elevada agitação na lagoa (VON SPERLING, 1996).

**LAGOAS DE MATURAÇÃO** – o objetivo principal das lagoas de maturação é a remoção de microrganismos patogênicos. Nas lagoas de maturação predominam condições ambientais desfavoráveis a estes microrganismos, como radiação ultravioleta, elevado pH, elevado OD, temperaturas inferiores a do trato intestinal humano, falta de nutrientes e predação por outros microrganismos. Essas lagoas constituem um pós-tratamento de processos que objetivem a remoção da DBO<sub>5</sub>, sendo usualmente projetadas como uma série de lagoas ou como lagoas com divisões por chicanas. A eficiência na remoção de coliformes é levadíssima (VON SPERLING, 1996).

### 3.3.1.2. Disposição no Solo

**INFILTRAÇÃO LENTA** – Os esgotos são aplicados ao solo, fornecendo água e nutrientes necessários para o crescimento das plantas. Parte do líquido é evaporada, parte percola no solo e a maior parte é absorvida pelas plantas. As taxas de aplicação no terreno são bem baixas. O líquido pode ser aplicado segundo os métodos da aspersão, do alagamento e da crista e vala (VON SPERLING, 1996).

**INFILTRAÇÃO RÁPIDA** – Os esgotos são dispostos em bacias rasas. O líquido passa pelo fundo poroso e percola no solo. A perda por evaporação é menor, face às maiores taxas de aplicação. A aplicação é intermitente, proporcionando um período de descanso para o solo (VON SPERLING, 1996).

**INFILTRAÇÃO SUBSUPERFICIAL** – O esgoto pré-decantado é aplicado abaixo do nível do solo. Os locais de infiltração são preenchidos com um meio poroso, no qual ocorre o tratamento. Os tipos mais comuns são as valas de infiltração e os sumidouros (VON SPERLING, 1996).

**ESCOAMENTO SUPERFICIAL** – Os esgotos são distribuídos na parte superior de terrenos com certa declividade, através do qual escoam, até

serem coletados por valas na parte inferior. A aplicação é intermitente (VON SPERLING, 1996).

**TERRAS ÚMIDAS CONSTRUÍDAS** – Terras úmidas construídas, banhados artificiais ou alagados artificiais são denominações equivalentes. Os sistemas consistem de lagoas ou canais rasos, que abrigam plantas aquáticas. Mecanismos biológicos, químicos e físicos no sistema raiz-solo atuam no tratamento dos esgotos (VON SPERLING, 1996).

### 3.3.1.3. Sistemas Anaeróbios

**FILTRO ANAERÓBIO** – A  $DBO_5$  é convertida anaerobiamente por bactérias aderidas a um meio suporte (usualmente pedras) no reator. O tanque trabalha submerso e o fluxo é ascendente. O sistema requer decantação primária (frequentemente fossas sépticas). A produção de lodo é baixa e já sai estabilizado.

**REATOR ANAERÓBIO DE MANTA DE LODO E FLUXO ASCENDENTE (UASB)** – A sigla UASB advém de Upflow Anaerobic Sludge Blanket. A  $DBO_5$  é convertida anaerobiamente por bactérias dispersas no reator. O fluxo do líquido é ascendente. A parte superior do reator é dividida nas zonas de sedimentação e de coleta de gás. A zona de sedimentação permite a saída do efluente clarificado e o retorno dos sólidos (biomassa) ao sistema, aumentando sua concentração no reator. Entre os gases formados, inclui-se o metano. O sistema dispensa decantação primária, a produção de lodo é baixa e o mesmo já sai adensado e estabilizado (VON SPERLING, 1996).

**REATOR ANAERÓBIO – PÓS-TRATAMENTO** – Os reatores UASB usualmente não produzem um efluente que se adeque a maior parte dos padrões de lançamento. Por este motivo, frequentemente é necessária a incorporação de um pós-tratamento, que pode ser biológico (aeróbio ou anaeróbio) ou físico-químico (com adição de coagulantes). Praticamente todos os processos de tratamento de esgotos podem ser usados como pós-tratamento dos efluentes de reator UASB. A eficiência global do sistema é usualmente similar a que seria alcançada se o processo fosse aplicado ao esgoto bruto. No entanto, os requisitos de área, volume e energia, bem como a produção de lodo, são bem menores (VON SPERLING, 1996).

#### 3.3.1.4. Lodos Ativados

**LODOS ATIVADOS CONVENCIONAL** – A etapa biológica compreende duas unidades: O reator biológico (tanque de aeração) e o decantador secundário. A concentração de biomassa no reator é bastante elevada, devido à recirculação dos sólidos (bactérias) sedimentados no fundo do decantador secundário. A biomassa permanece mais tempo no sistema do que o líquido, o que garante uma elevada eficiência na remoção da  $\text{DBO}_5$ . Há a necessidade da remoção de uma quantidade de lodo equivalente a que é produzida. Este lodo removido necessita de estabilização na etapa de tratamento de lodo. O fornecimento de oxigênio é feito por aeradores mecânicos ou por ar difuso. À montante do reator há uma unidade de decantação primária, de forma a remover os sólidos sedimentáveis do esgoto bruto (VON SPERLING, 1996).

**LODOS ATIVADOS POR AERAÇÃO PROLONGADA** – Similar ao sistema anterior, com a diferença de que a biomassa permanece mais tempo no sistema (os tanques de aeração são maiores). Com isso, há menos substrato (DBO) disponível para as bactérias, o que faz com que elas se utilizem de matéria orgânica do próprio material celular para sua manutenção. Em decorrência, o lodo excedente retirado já sai estabilizado. Não se incluem usualmente unidades de decantação primária (VON SPERLING, 1996).

**LODOS ATIVADOS DE FLUXO INTERMITENTE** – A operação do sistema é intermitente. Assim, no mesmo tanque ocorrem, em fases diferentes, as etapas de reação (aeradores ligados) e sedimentação (aeradores desligados). Quando os reatores estão desligados, os sólidos sedimentam, ocasião em que se retira o efluente (sobrenadante). Ao se religar os aeradores, os sólidos sedimentados retornam à massa líquida, o que dispensa as elevatórias de recirculação. Não há decantadores secundários. Pode ser na modalidade convencional ou prolongada (VON SPERLING, 1996). Este processo normalmente é realizado por Reatores em Batelada Sequencial (RBS). Por realizarem os processos em um único tanque, necessitam de área superficial bem menor em relação aos processos de lodos ativados anteriores.

**LODOS ATIVADOS COM REMOÇÃO BIOLÓGICA DE NITROGÊNIO** – O reator biológico incorpora uma zona anóxica (ausência de oxigênio, mas presença de nitratos). A zona anóxica pode estar à montante e/ou à jusante da zona aerada. Os nitratos formados

pela nitrificação que ocorre na zona aeróbia são utilizados na respiração de microrganismos facultativos nas zonas anóxicas, sendo reduzidos a nitrogênio gasoso, o qual escapa para a atmosfera (VON SPERLING, 1996).

**LODOS ATIVADOS COM REMOÇÃO BIOLÓGICA DE NITROGÊNIO E FÓSFORO** – Além das zonas aeróbias e anóxicas, o reator biológico incorpora ainda uma zona anaeróbia, situada na extremidade da montante. Recirculações internas fazem com que a biomassa esteja sucessivamente exposta a condições anaeróbias e aeróbias. Com esta alternância, um certo grupo de microrganismos absorve o fósforo do meio líquido, em quantidades bem superiores às que seriam normalmente necessárias para seu metabolismo. A retirada desses microrganismos com o lodo excedente implica, desta forma, na retirada de fósforo do reator biológico (VON SPERLING, 1996).

#### 3.3.1.5. Reatores Aeróbios com Biofilmes

**FILTRO DE BAIXA CARGA** – A  $DBO_5$  é estabilizada aerobiamente por bactérias que crescem aderidas a um meio suporte (pedras ou material plástico). O esgoto é aplicado na superfície do tanque através de distribuidores rotativos. O líquido percola pelo tanque, saindo pelo fundo, ao passo que a matéria orgânica fica retida, sendo posteriormente estabilizada pelas bactérias. Os espaços livres são vazios, o que permite a circulação de ar. No sistema de baixa carga, há pouca disponibilidade de  $DBO$  para as bactérias, o que faz com que estas sofram uma autodigestão, saindo estabilizadas do sistema. As placas de bactérias que se despregam das pedras são removidas no decantador secundário. O sistema necessita de decantação primária (VON SPERLING, 1996).

**FILTRO DE ALTA CARGA** – Similar ao sistema anterior, com a diferença de que a carga de  $DBO_5$  aplicada é maior. As bactérias (lodo excedente) necessitam de estabilização no tratamento do lodo. O efluente do decantador secundário é recirculado para o filtro, de forma a diluir o afluente e garantir uma carga hidráulica homogênea (VON SPERLING, 1996).

**BIOFILTRO AERADO SUBMERSO** – O biofiltro aerado submerso é constituído por um tanque preenchido com um material poroso (usualmente submerso), através do qual esgoto e ar fluem permanentemente. O fluxo de ar no biofiltro é sempre ascendente, ao

passo que o fluxo do líquido pode ser ascendente ou descendente. Os biofiltro com meios granulares realizam, no mesmo reator, a remoção de compostos orgânicos solúveis e de partículas em suspensão presentes nos esgotos. Além de servir de meio suporte para os microrganismos, o material granular constitui-se em meio filtrante (VON SPERLING, 1996).

**BIODISCO** – A biomassa cresce aderida a um meio suporte, o qual é constituído por discos. Os discos, parcialmente imersos no líquido, giram, ora expondo a superfície ao líquido, ora ao ar (VON SPERLING, 1996).

#### 3.3.1.6. Desinfecção

A desinfecção de esgoto bruto e de efluentes é comumente quando os corpos hídricos devem ser protegidos, por servirem para usos públicos, tais como recreação em lagos, rios e praias. Ou então, quando utilizados para irrigação de produtos agrícolas (NUVOLARI, 2003).

Segundo Von Sperling (1996), os principais processos de desinfecção artificial de esgotos são:

- Cloração;
- Ozonização;
- Ultravioleta.

Nuvolari (2003) menciona outras técnicas para realizar a desinfecção de esgotos:

- Permanganato de potássio;
- Cloraminas;
- Peróxido de hidrogênio.

#### 3.3.1.7. Tratamento e Disposição do Lodo

O tratamento dos subprodutos sólidos gerados nas diversas unidades é uma etapa essencial do tratamento de esgotos. Ainda que o lodo possa na maior parte das etapas do seu manuseio ser constituído de mais de 95% de água, apenas por convenção é designado por fase sólida, visando distingui-lo do fluxo do líquido sendo tratado (fase líquida) (VON SPERLING, 1996).



Von Sperling (1996) ainda explica que os subprodutos sólidos gerados no tratamento dos esgotos são os seguintes:

- Material gradeado;
- Areia;
- Escuma;
- Lodo primário;
- Lodo secundário;
- Lodo químico (caso haja etapa físico-química).

Para Von Sperling (1996), as principais etapas do tratamento do lodo, com seus respectivos objetivos são:

ADENSAMENTO OU ESPESSAMENTO – Remoção de umidade (redução de volume).

ESTABILIZAÇÃO – Remoção de matéria orgânica (redução de SVT).

CONDICIONAMENTO – Preparação para a desidratação (principalmente mecânica).

DESAGUAMENTO OU DESIDRATAÇÃO – Remoção de umidade (redução de volume).

HIGIENIZAÇÃO – Remoção de organismos patogênicos.

DISPOSIÇÃO FINAL – Destinação final dos subprodutos.

A Figura 4 apresenta as etapas citadas acima.

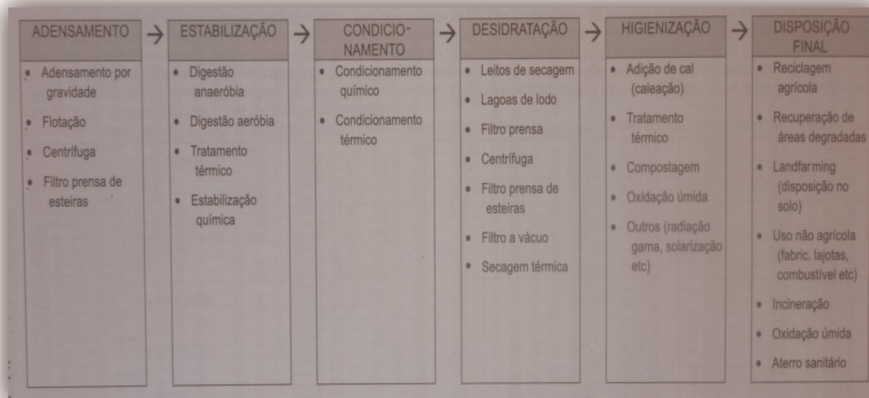


Figura 4 Etapas do gerenciamento do lodo e principais processos envolvidos. Fonte: Von Sperling (1996)

## 4. METODOLOGIA

Para atingir ao objetivo da pesquisa, foi estabelecido um plano de ação para obter contato com os responsáveis pelo tratamento do esgoto sanitário do Estado.

### 4.1. Órgãos e Empresas Competentes

Os responsáveis pelo tratamento de esgotos, normalmente são empresas que possuem vínculo autárquico com as prefeituras dos municípios. Podem atuar no âmbito estadual, fazendo o trabalho em mais de um município ou municipal, realizando o trabalho apenas em uma cidade. No Estado de Santa Catarina, normalmente o convênio se dá desta maneira, porém, em algumas cidades, a própria prefeitura se intitula responsável pelo saneamento e, portanto, pelo tratamento de esgotos.

Além das empresas consorciadas, existem as agências reguladoras. As agências são órgãos ligados ao poder público com competências de regular os serviços de saneamento básico de acordo com as leis vigentes. São responsáveis, entre outras diligências, pela vistoria direta das ETEs: Infraestrutura, eficiência de processos, profissionalismo de pessoal, cumprimento de leis quanto ao manuseio e despejo de efluentes, etc.

Em Santa Catarina, existem três agências reguladoras atuando, além de duas municipais, realizando a regulação nos municípios de Tubarão e Joinville.

A Tabela 6 aponta as empresas de saneamento e agências reguladoras atuantes em Santa Catarina.

<b>Tabela 6 Empresas de Saneamento e Agências Reguladoras em Santa Catarina<sup>1</sup></b>	
<b>Empresas</b>	<b>Municípios Consorciados</b>
CASAN	200
SAMAEs	23
SIMAE <sup>2</sup>	5
SEMASA <sup>3</sup>	2
EMASA	Balneário Camboriú
SANEFRAI	Fraiburgo
ÁGUAS DE GUARAMIRIM	Guaramirim

ÁGUAS DE ITAPEMA	Itapema
ITAPOÁ SANEAMENTO	Itapoá
ÁGUAS DE JOINVILLE	Joinville
ÁGUAS DE SCHROEDER	Schroeder
TUBARÃO SANEAMENTO	Tubarão
PREFEITURAS	8
<b>Agências Reguladoras</b>	<b>Municípios Consorciados</b>
<b>ARIS</b>	164
<b>AGESAN</b>	113
<b>AGIR</b>	14
<b>AMAE</b>	Joinville
<b>AGR</b>	Tubarão

<sup>1</sup>Os dados desta tabela foram atualizados pela última vez em março de 2014. <sup>2</sup>Existem duas SIMAEs, uma atuando em três municípios e outra em dois. <sup>3</sup>Existem duas SEMASAs, uma atua em Itajaí e outra em Lages.

Ainda na área da fiscalização, existem órgãos ambientais, estadual e municipais. O órgão ambiental estadual de Santa Catarina é a Fundação do Meio Ambiente (FATMA). Fica a cargo da Fundação legislar, conceder licenças, permissões de implantação, operação, aplicação de punições, entre outras funções.

#### 4.2. Questionário Técnico

Foi criado um questionário técnico (Anexo 4) com diversas informações que deveriam ser obtidas a respeito das ETEs do Estado. O questionário possui três páginas, contando com os seguintes itens:

- Introdução ao trabalho e pedido de colaboração do gestor;
- Dados do município quanto ao saneamento e situação da(s) ETE(s) existentes ou não.

Quanto a cada ETE do município:

- Dados iniciais (Vazão, população atendida, eficiência de tratamento, tipo de tratamento, etc);
- Parâmetros plausíveis de análises laboratoriais antes e após o tratamento (DBO<sub>5</sub>, nutrientes, coliformes, sólidos, etc);
- Local de despejo do efluente tratado, manuseio do lodo gerado;
- Espaço para informações e comentários em geral;
- Nome e telefone para contato no caso de intenção se fazer visita.

O questionário foi feito em arquivo de texto Word® onde apenas as lacunas de preenchimento de cada questão podiam ser editadas. A Figura 5 exemplifica uma parte do mesmo.

MUNICÍPIO	<input type="text"/>
AGÊNCIA REGULADORA DOS SERVIÇOS DE ÁGUA E ESGOTO	<input type="text"/>
EMPRESA RESPONSÁVEL PELOS SERVIÇOS DE SANEAMENTO	<input type="text"/>
O MUNICÍPIO POSSUI ETE(s)?	<input type="text"/>
QUANTAS ETE(s) ESTÃO OPERANDO ATUALMENTE?	<input type="text"/>
<div style="display: inline-block; border: 1px solid red; border-radius: 50%; padding: 5px; color: red; margin-right: 50px;">PARTES BLOQUEADAS</div> <div style="display: inline-block; border: 1px solid green; border-radius: 50%; padding: 5px; color: green;">PARTES EDITÁVEIS</div>	
<b>DADOS ETE</b>	
NOME	<input type="text"/>
OPERA DESDE QUANDO	<input type="text"/>
ÁREA (m²)	<input type="text"/>
POPULAÇÃO ATENDIDA	<input type="text"/>

Figura 5 Parte do questionário técnico da pesquisa

Para validação desse questionário, as empresas de saneamento e prefeituras dos municípios do Estado foram contatadas por meio de ligação telefônica ou mensagem eletrônica. Foi pedido um responsável técnico da área, informando o mesmo sobre o trabalho. Desta maneira, o envio do questionário ficou sob a responsabilidade de alguém ligado a(s) ETE(s) de cada município.

### 4.3. Visitas Técnicas

Como outra fonte de obtenção de dados das ETEs do Estado, foram realizadas visitas a algumas estações. As visitas possibilitaram maior coleta de dados, além da percepção real da situação do local. Sempre que uma visita foi feita, diversas fotos foram tiradas para enriquecer a visualização das informações obtidas.

A Figura 6 mostra um valo de oxidação trabalhando por processo de lodos ativados na ETE da Lagoa da Conceição, em Florianópolis.



Figura 6 ETE Lagoa da Conceição, Florianópolis. Novembro de 2013

### 4.4. Informações via Internet

Para efeito de comparação e melhores resultados, também foram utilizadas informações obtidas via internet em relação às empresas de saneamento e seus respectivos trabalhos nos municípios.

Esses dados caracterizam-se por serem tanto de sites das empresas/agências, como informações recebidas via mensagem eletrônica (e-mail) dos órgãos competentes.



## 5. RESULTADOS

### 5.1. Considerações Iniciais

De acordo com o Censo de 2010 do IBGE, o Estado possui 295 municípios. Ao longo do trabalho de pesquisa, não se localizou a(s) agência(s) reguladora(s) de dois municípios: Balneário Rincão e Pescaria Brava. Também não foi possível obter comunicação com cinquenta municípios quanto ao órgão responsável pelo saneamento no local.

Ao longo do primeiro semestre de 2014 optou-se por focar em enviar o questionário técnico apenas aos municípios primeiramente identificados por possuírem algum tipo de tratamento em seus esgotos domésticos. O Anexo 1 contendo os resultados obtidos encontra-se ao fim deste trabalho.

Do total de 295 municípios, IBGE (2010), focou-se em 43 representando os municípios com tratamento de esgoto. Isso equivale a apenas 15% do Estado.

Destes 43 municípios, obteve-se contato e êxito no envio do questionário com 19 municípios, representando 44% dos que possuem tratamento de esgoto. Por fim, obteve-se o questionário respondido por 15 municípios, representando 35% do total de municípios realizando algum trabalho de tratamento em seus efluentes domésticos.

Alguns dos municípios mais relevantes para a pesquisa demonstraram interesse em participar, porém o retorno dos dados não se deu a tempo de ser incluído no trabalho. São eles: Jaraguá do Sul e Joinville. Já o município de Itajaí respondeu o questionário, no entanto não o retornou. Algumas tentativas de marcar uma visita, inclusive à nova ETE do município, inaugurada dia 10 de junho foram tentadas, mas sem sucesso.

A CASAN foi contatada para participar do trabalho quanto às informações das ETEs de Florianópolis, porém, até a data limite da pesquisa (junho de 2014), não se obteve êxito em fazê-la.

### 5.2. Estatísticas das Estações

Para melhor compreender a situação das tecnologias de tratamento diagnosticadas no Estado, foram criados gráficos com os resultados obtidos. Neles, as informações recebidas via questionário técnico foram mescladas às informações obtidas via site de agências e/ou empresas de saneamento.



### 5.2.1. Tipos de Tratamentos

A Figura 8 mostra a situação encontrada. Como se pode ver, atualmente tem-se optado por tratamentos que utilizam de menores áreas e garantem boas eficiências de remoção de matéria orgânica. A maioria das ETEs possui tratamento por lodos ativados e tratamento primário através de reatores anaeróbios. Sendo que nesse segundo caso, normalmente emprega-se um pós-tratamento, já que apenas o reator anaeróbio geralmente não garante atendimento às legislações.

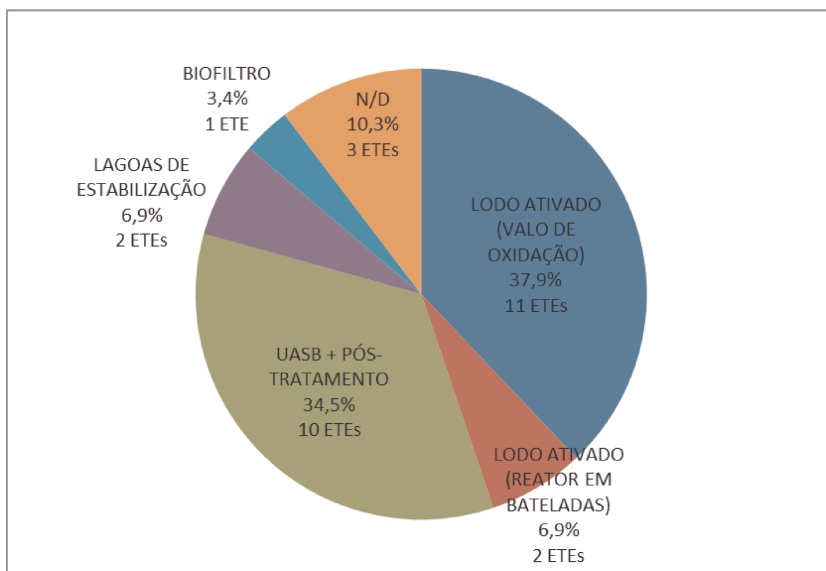


Figura 8 Tratamentos Empregados

Optou-se também por apresentar as proporções descartando a quantidade de valores não disponibilizados (N/D) para se ter melhor compreensão da situação (Figura 9).

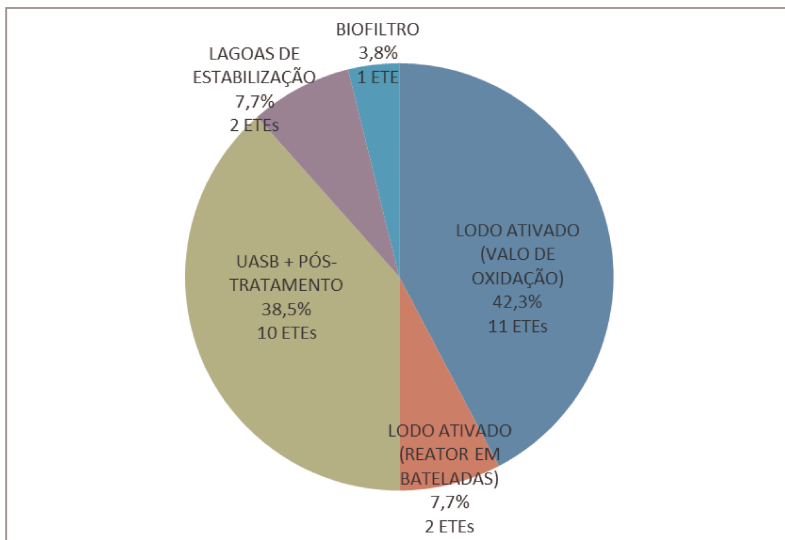


Figura 9 Tratamentos Empregados (Válido)

Como mencionado anteriormente, normalmente emprega-se um tratamento secundário ao efluente de reatores anaeróbios. A proporção desse pós-tratamento pode ser vista na Figura 10.

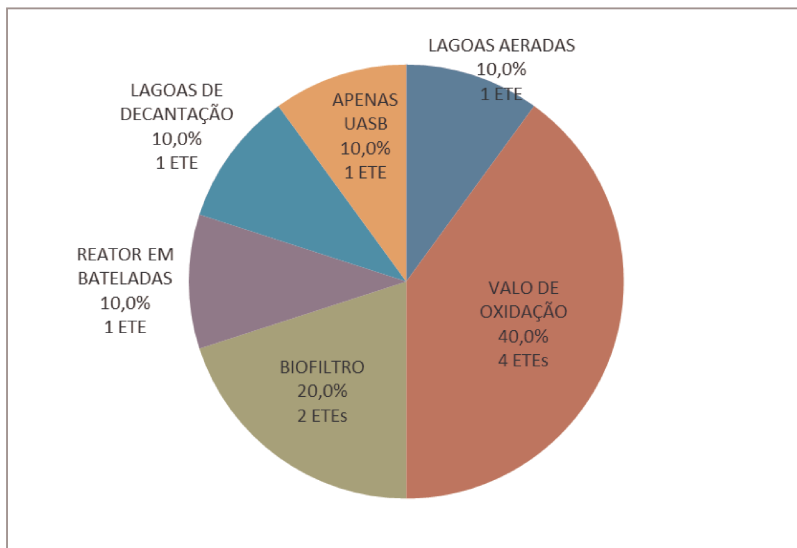


Figura 10 Pós-Tratamentos Empregados

Também foi construído um gráfico (Figura 11) dos tipos de variantes de tratamentos por lodos ativados diagnosticados.

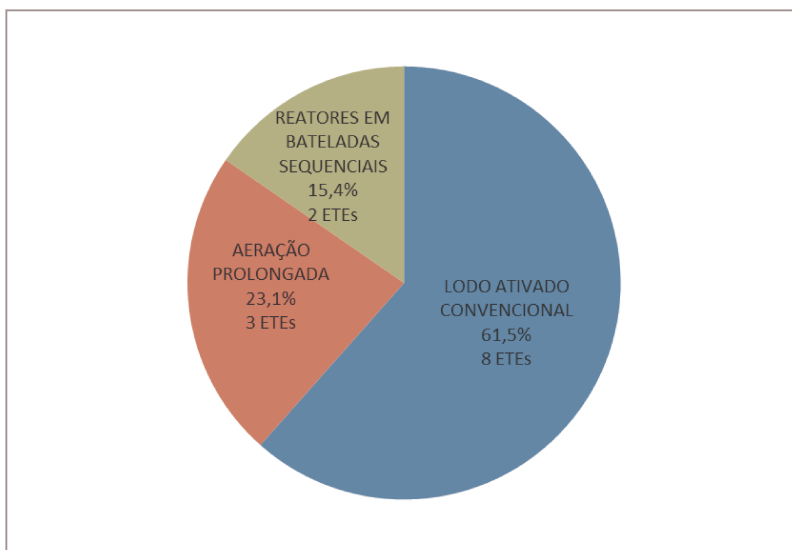


Figura 11 Variações de Lodos Ativados

#### 5.2.2. Tempo de Operação

Para observar alguns fatores como a importância dada pelo poder público, privado e sociedade em geral em relação à questão do tratamento de esgotos, foi construído um gráfico (Figura 12) do tempo de atuação das ETes no Estado.

Através da Figura 13, que mostra os valores válidos da estatística, se pode notar que o fato vem recebendo cada vez mais importância com o passar dos anos.

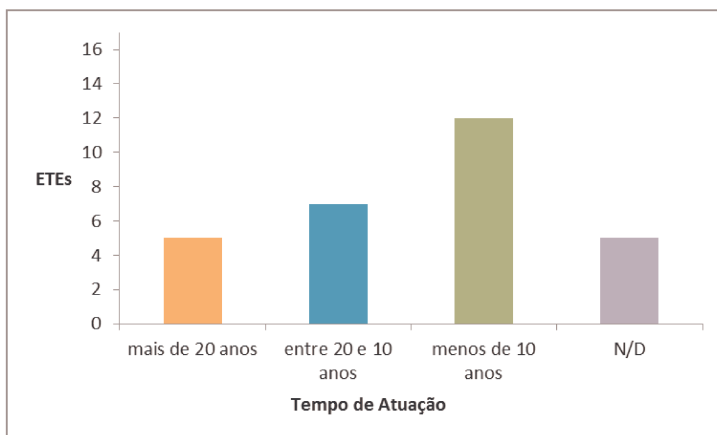


Figura 12 Tempo de Atuação das ETEs

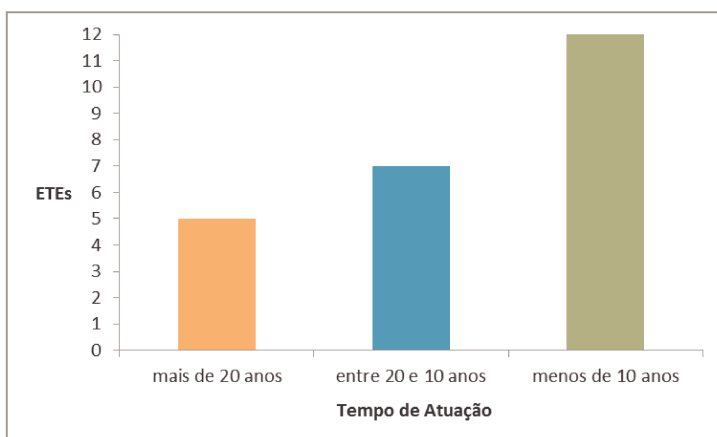


Figura 13 Tempo de Atuação das ETEs (Válido)

### 5.2.3. População Atendida

Apesar de a situação vir melhorando quanto à ativação de novas ETEs, um critério ainda bem abaixo do que se espera é a porcentagem da população atendida nos municípios (Figura 14).

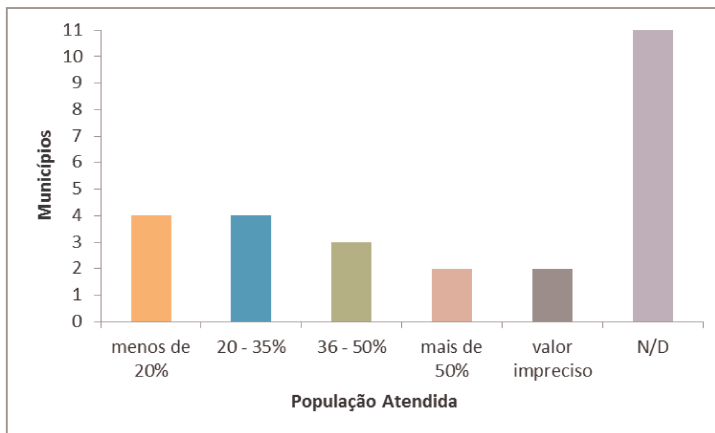


Figura 14 População Atendida pelas ETES

Pelo gráfico se pode ver que a situação não muito animadora. Pela Figura 15 tem-se a situação válida da pesquisa.

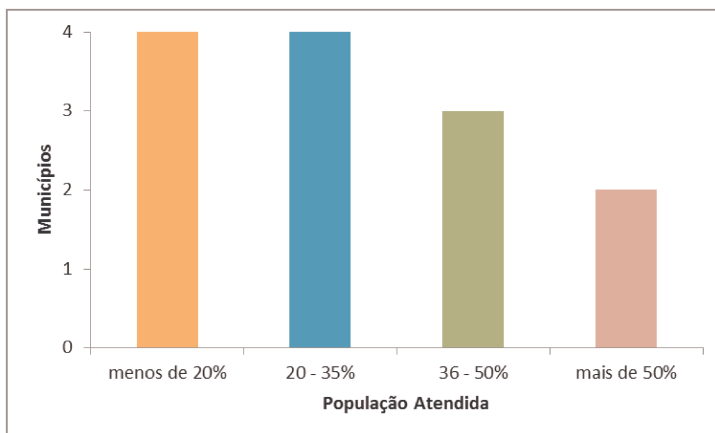


Figura 15 População Atendida pelas ETES (Válido)

#### 5.2.4. Eficiência dos Tratamentos

Por fim, porém não menos importante de se diagnosticar é a eficiência dos tratamentos observados.

Apesar do valor de dados não disponibilizados (Figuras 16 e 17), as ETES operantes, no geral, possuem boas remoções de matéria

orgânica e patógenos, representados pelos Coliformes Termotolerantes. (Figuras 18 e 19).

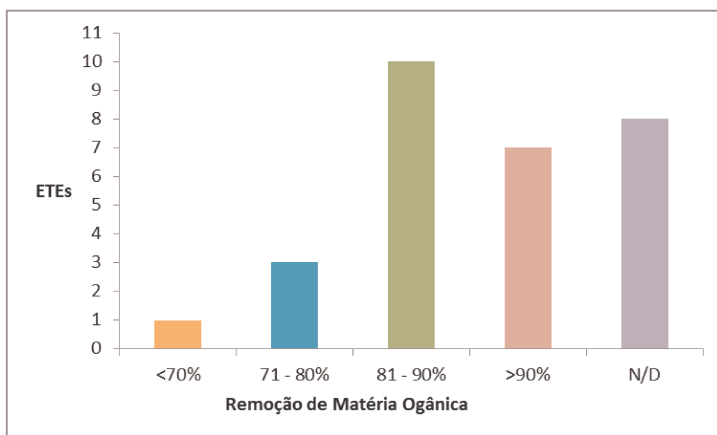


Figura 16 Eficiência Remoção de  $\text{DBO}_5$

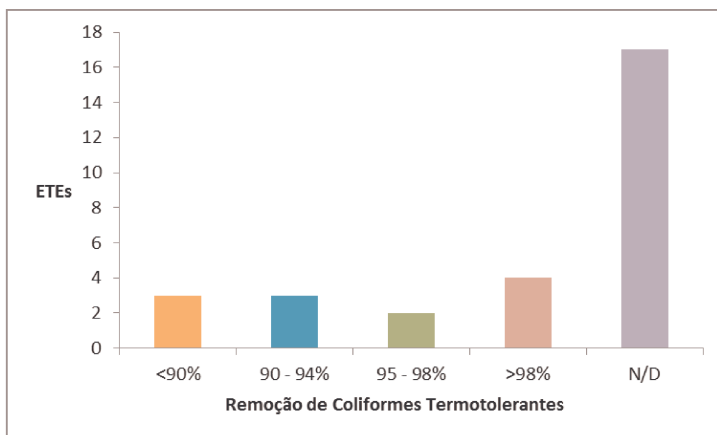


Figura 17 Eficiência Desinfecção

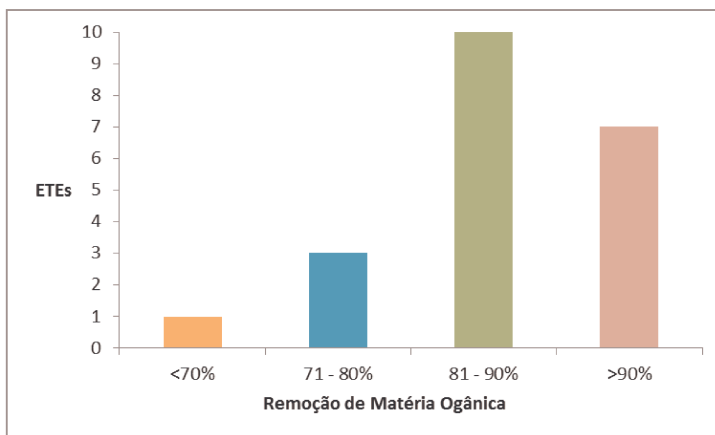


Figura 18 Eficiência Remoção de DBO<sub>5</sub> (Válido)

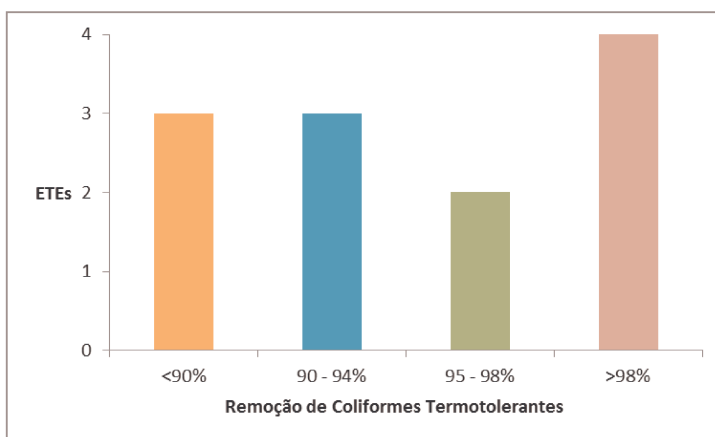


Figura 19 Eficiência Desinfecção (Válido)

### 5.3. Casos Peculiares

#### 5.3.1. Consorciados CASAN

De acordo com o Relatório Anual da CASAN (2012), a autarquia é responsável pelo saneamento em 200 municípios de Santa Catarina. Destes, 18 possuem algum tipo de tratamento de esgoto. A Figura 20, extraída diretamente do Relatório Anual, comprova o fato.

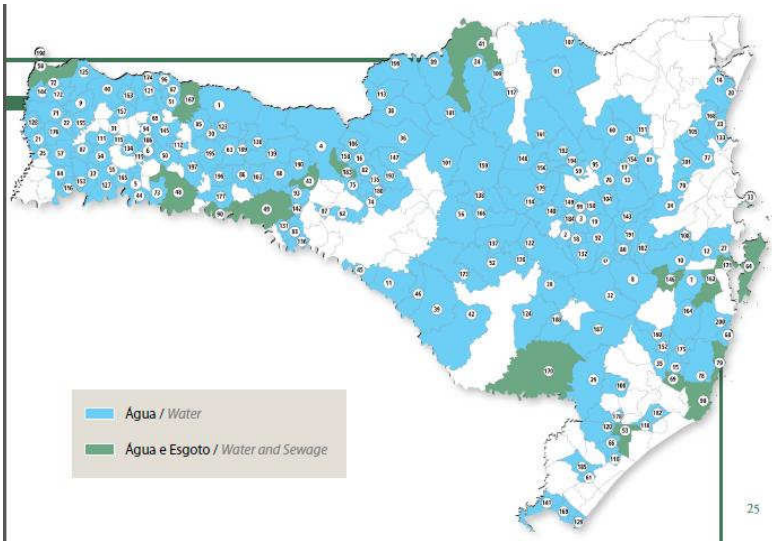


Figura 20 Consorciados CASAN em 2012. Fonte: Relatório Anual CASAN 2012

O Relatório Anual de 2013 não foi utilizado como fonte de pesquisa neste trabalho, pois até o fim da data pré-estabelecida para a pesquisa (junho de 2014), o mesmo não havia sido publicado.

5.3.2. Municípios Regulados pela AGIR

Após contato via e-mail, foi recebido da Agência Intermunicipal de Regulação, Controle e Fiscalização de Serviços Públicos Municipais do Médio Vale do Itajaí um prognóstico dos municípios por ela regulados. A Tabela 7 exemplifica as informações. O e-mail recebido encontra-se no Anexo 2 deste trabalho.

Tabela 7 Municípios Regulados pela AGIR e suas Respectivas Situações Quanto ao Esgotamento Sanitário	
Município	Possui ou não ETE
Blumenau	SIM
Dr. Pedrinho	NÃO
Apiúna	
Ascurra	



Benedito Novo	NÃO
Botuverá	
Brusque	
Indaial	
Gaspar	
Guabiruba	
Pomerode	
Rio dos Cedros	
Rodeio	
Timbó	

De acordo com as informações, em Dr. Pedrinho há dois bairros, Piave e Centro que possuem rede coletora de seus esgotos. O mesmo é captado e direcionado a um sistema de fossa coletiva. O sistema trabalha para uma vazão equivalente de 215 residências.

O único município da região que conta com Estações de Tratamento de Esgoto propriamente ditas é Blumenau. De acordo com as informações, o município possui duas ETEs, as informações repassadas estão organizadas na Tabela 8.

<b>Tabela 8 Características das ETEs de Blumenau, segundo a AGIR</b>		
<b>ETE</b>	<b>Garcia</b>	<b>Fortaleza</b>
<b>Vazão atual (m³/h)</b>	306	562
<b>Vazão de final de plano (m³/h)</b>	612	1690
<b>Componentes da Estação</b>	Elevatórias	Pré-tratamento
	Pré-tratamento	Controle de odores
	Controle de odores	Decantador primário
	UASB	Tanque de aeração
	Tanque de aeração	Decantador secundário
	Tanque de contato	Tanque de contato
	Tratamento de lodo	Tratamento de lodo

### 5.3.3. Caso dos Municípios Consorciados com o SIMAE

Há três municípios que possuem seus trabalhos de saneamento realizados pelo Serviço Intermunicipal de Água e Esgoto. Os três são regulados pela AGESAN e localizam-se no meio oeste catarinense. São eles: Joaçaba, Herval d'Oeste e Luzerna.

O caso interessante é que Joaçaba e Herval d'Oeste possuem uma ETE para ambos os municípios. De acordo com as respostas do diretor técnico da autarquia, a ETE atende cerca de 40.000 pessoas, ou seja, quase 85% da população somada dos dois municípios.

A ETE localiza-se no município de Herval, no entanto, a proximidade entre os municípios facilita a parceria que acaba por reduzir gastos financeiros de ambas as partes, fazendo com que o serviço tenha melhor qualidade. Na Figura 21, extraída do site do SIMAE, é possível compreender a logística da rede coletora dos municípios. Posteriormente há uma imagem (Figura 22) onde se pode observar o sistema australiano empregado no tratamento através de lagoas.

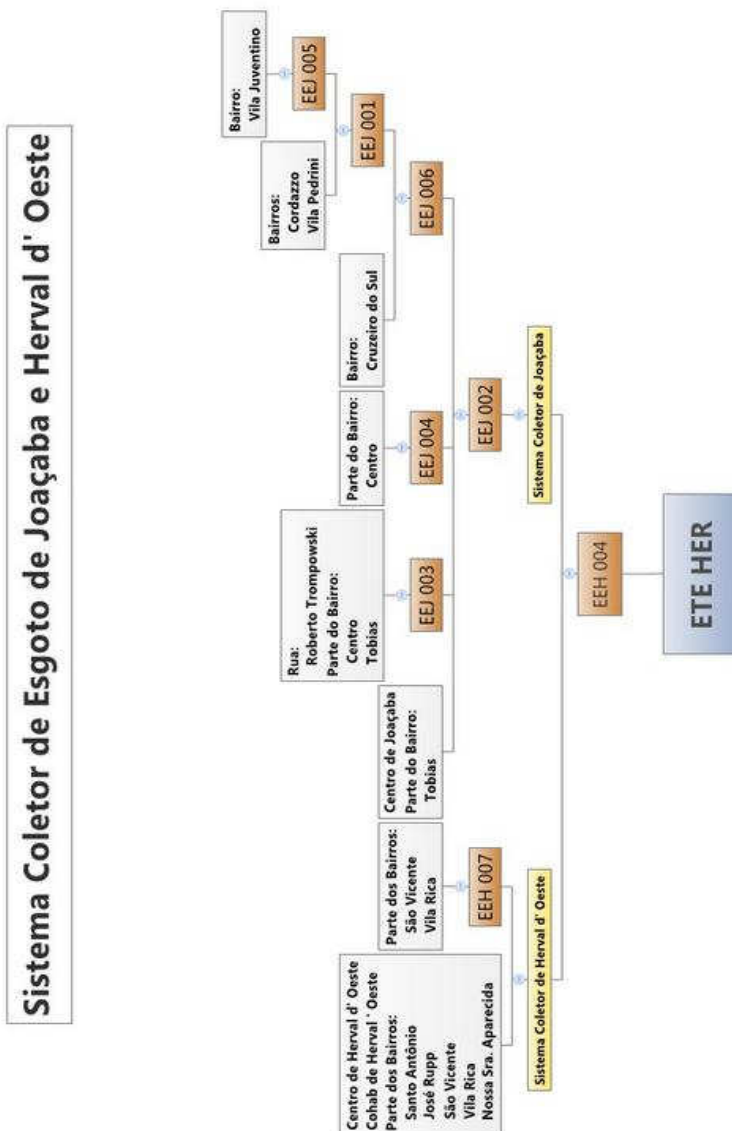


Figura 21 Sistema Coletor Joaçaba e Herval d'Oeste. Fonte: Site do SIMAE (2014)



Figura 22 Sistema Australiano ETE de Joaçaba e Herval d'Oeste. Fonte: Site do SIMAE (2014)

O sistema conta atualmente com três lagoas, sendo uma anaeróbia e duas facultativas. De acordo com informações recebidas, há planos para aumentar o número de lagoas de três para cinco, fazendo com que a capacidade da ETE passe de 71 L/s para uma vazão de 120 L/s.

Há também a ideia de transformar a lagoa anaeróbia em aerada, pois, de acordo com o gestor, a população vizinha tem se queixado de mau cheiro.

O outro município atendido pelo SIMAE, Luzerna, possui uma ETE própria. A mesma possui uma vazão de 12,5 L/s e conta com um reator UASB seguido de pós-tratamento por biofiltro.

O efluente tratado da ETE de Herval é despejado no rio Barra Verde, um afluente do rio do Peixe, local de despejo do efluente tratado da ETE de Luzerna.

#### 5.3.4. Casos de RBSs Seguidos por Eficiente Desinfecção

##### 5.3.4.1. ETE de Sombrio

O município de Sombrio, localizado no sul do Estado, possui uma ETE. Nela, a metodologia utilizada é um reator de lodo ativado trabalhando em bateladas sequenciais.

Essa técnica é interessante pois, assim como a utilização de tratamentos primários através de UASB, por exemplo, resulta em menores áreas necessárias para a construção da ETE. Isso ocorre porque um reator em batelada sequencial realiza as mesmas funções que um valo de oxidação (lodo ativado) seguido por um ou mais decantadores secundários (separação do lodo e efluente clarificado).

Num RBS ambos os processos, tanto de oxidação de matéria orgânica como de decantação e separação das fases, ocorre num só tanque. Se bem projetado e manuseado, os RBSs garantem ótimos níveis de decomposição do material orgânico.

Em Sombrio, este é o caso. A ETE conta com pré-tratamento convencional seguido por um reator em batelada sequencial e posterior desinfecção através de cloro numa lagoa de polimento. Segue um esquema (Figura 23) do funcionamento da ETE.



Figura 23 Processo de Tratamento ETE Sombrio. Fonte: SIMÃO (2013)

Esta desinfecção imposta numa lagoa de polimento garante ótimos valores de remoção de patógenos. De acordo com o questionário respondido, a eficiência está na casa dos 99,9% para coliformes termotolerantes.

#### 5.3.4.2. ETE de Gov. Celso Ramos

A ETE de Governador Celso Ramos merece ser citada pela eficiência no tratamento. De acordo com as respostas ao questionário, a ETE atua em um loteamento do município, atendendo a uma população de 1350 pessoas, equivalente a aproximadamente 10% da população total. No entanto, há planos de expansão a fim de atender mais de 6000 habitantes, mais de 50% da população total de Gov. Celso Ramos.

O sistema empregado no loteamento é composto por pré-tratamento seguido de reator de lodos ativados por bateladas sequenciais (RBS), seguindo para um tanque de contato com cloração para desinfecção. O efluente tratado é despejado num rio que deságua no mar.

De acordo com as respostas quanto aos parâmetros do efluente antes e após o tratamento, a remoção de carga orgânica está na faixa de 99% de eficiência, entrando com 596 mg DBO<sub>5</sub>/L e saindo com 8 mg DBO<sub>5</sub>/L. O processo também obteve boas remoções de nitrogênio amoniacal, fósforos (parâmetro de difícil remoção) e turbidez. Também a desinfecção tem funcionado muito bem, apesar do baixo valor de entrada de coliformes termotolerantes (150.000 NMP/100 mL), após o tratamento, o valor baixou para menos de 100 NMP/100 mL. O valor pode ser considerado como virtualmente ausente, já que este é o valor mínimo que o laboratório contratado conseguia detectar na data da análise cedida pelo SAMAE (dezembro de 2013).

#### 5.3.5. Emissário de Laguna

O município de Laguna, situado na região sul do Estado, está em processo de implantação de Estação de Tratamento de Esgotos, segundo informações obtidas através de e-mail da CASAN de Criciúma.

Atualmente, o município conta com um emissário submarino. No entanto, até o fim desta pesquisa (junho de 2014) informações técnicas a respeito do mesmo não foram retornadas. Sabe-se apenas que não são realizadas análises de padrões do esgoto despejado no mar.

#### 5.3.6. Relatórios de Fiscalização AGESAN

A AGESAN disponibiliza em seu ambiente eletrônico, diversos relatórios de fiscalização quanto a manutenções e recomendações que são observadas e repassadas para a empresa responsável pelo saneamento no município regulado. Alguns casos, datados de 2013 e 2014 estão expostos neste tópico. (Todos os relatórios podem ser baixados no site na agência. O endereço eletrônico encontra-se referenciado ao fim deste trabalho).

Alguns dos relatórios da AGESAN pertencem a municípios que tentaram ser contatados via ligação telefônica ao longo desta pesquisa. São eles: Balneário Camboriú, Florianópolis, São José, Santo Amaro da Imperatriz, entre outros. Como não se obteve comunicação ou retorno dos mesmos, as informações utilizadas foram coletadas dos relatórios.

No caso da ETE da Lagoa da Conceição, onde foi realizada uma visita, as informações foram mescladas, no entanto, para construir a tabela final de características das ETEs (Anexo 3), optou-se por manter as informações coletadas nos relatórios de fiscalização.

Nota-se que a agência reguladora atua de maneira periódica quanto à fiscalização das condições das ETEs. Vistorias são feitas anualmente principalmente nas ETEs da grande Florianópolis.

Os relatórios não apresentam muitos dados relacionados à pesquisa, como vazão, área, parâmetros indicadores do efluente, planos de expansão, porém mostram outros dados fundamentais e exigidos por leis para um ideal funcionamento das ETEs.

Um dado que pode ser observado nos laudos de fiscalização da AGESAN é a situação das ETEs de Florianópolis. Das sete ETEs localizadas no município, cinco sequer possuem licenciamento ambiental regular. O dado pode ser comprovado no relatório de fiscalização realizado em fevereiro de 2014. Além da maioria delas apresentar algum problema estrutural nos componentes da ETE ou em seu entorno.

Vale ressaltar que a ETE de Canasvieiras, norte da ilha, encontra-se em boas condições de operação, possuindo inclusive, licença ambiental. Através das Figuras 24 e 25 se pode observar alguns componentes da ETE.



Figura 24 Reator UASB ETE Canasvieiras. Fonte: Relatório de Fiscalização AGESAN (2014)



Figura 25 Valo de Oxidação (esquerda) e Decantador Secundário (direita) ETE Canasvieiras. Fonte: Relatório de Fiscalização AGESAN (2014)

## 5.4. Visitas Realizadas

### 5.4.1. ETE Lagoa da Conceição

No dia 08/11/2013 foi realizada uma visita técnica à Estação de Tratamento de Esgotos da Lagoa da Conceição, localizada no município de Florianópolis. A Figura 26 apresenta a entrada da ETE.



Figura 26 Entrada da ETE Lagoa da Conceição

A ETE possui cinco elevatórias principais, recebendo os efluentes domésticos de cinco pontos do leste da ilha de Santa Catarina: Condomínio Saulo Ramos, das praias Mole e Joaquina e ponte das rendeiras (centro da Lagoa e Canto da Lagoa).



A vazão média de projeto da ETE é de 50 L/s, podendo receber até 75 L/s em momentos de pico. Atualmente a mesma trabalha com 35 L/s na baixa temporada.

O processo de tratamento se dá através de Lodos Ativados. A Tabela 9 menciona os principais componentes da ETE:

<b>Tabela 9 Componentes da ETE Lagoa da Conceição</b>
Elevatórias
Pré-tratamento
UASB
Valo de oxidação (2x)
Decantador secundário
Desinfecção

Após passar pelo pré-tratamento, incluindo caixa de gordura, o efluente segue para um reator UASB cujo tempo de detenção é de 20 horas. As Figuras 27 e 28 mostram o pré-tratamento e uma foto de cima do reator UASB.



Figura 27 Pré-tratamento



Figura 28 Reator UASB

Após isso, segue para dois valos de oxidação (Figura 29) que trabalham por processo de lodo ativado com aeração prolongada.



Figura 29 Valo de Oxidação

Cada valo possui quatro aeradores e a aeração prolongada serve para garantir melhores remoções de matéria orgânica e melhor estabilizar o lodo existente. Há uma recirculação de cerca de 50% desse lodo dos valos junto com o esgoto bruto para o UASB, pois o processo de lodos ativados gera bastante lodo.

Segundo o operador presente no dia da visita, a caixa de areia do pré-tratamento necessita de limpeza de 15 em 15 dias e o lodo em excesso dos processos é destinado a leitos de secagem.

Após o tratamento, o efluente segue para um decantador secundário (Figura 30) para separar a fase sólida da líquida, após isso é destinado às dunas existentes próximas ao local sendo infiltrado no solo. Antes, recebe cloração a fim de se realizar a desinfecção.



Figura 30 Decantador Secundário

#### 5.4.2. ETE Água Verde

No dia 17/06/14 foi realiza uma visita à estação de tratamento de esgoto Água Verde, localizada no município de Jaraguá do Sul. A mesma pertence ao SAMAE do município e caracteriza-se por ser uma das três ETEs operando atualmente na cidade. O município está em período de ativação de uma nova ETE que será a maior das quatro. Além disso, as já existentes, como neste caso, passam por processos de ampliação e manutenção.

Essa ETE foi a primeira a entrar em operação em Jaraguá (Figura 31) no ano 2000.



Figura 31 Placa de Inauguração da ETE

No dia da visita apenas encarregados referentes à obra de expansão estavam presentes. Portanto, os dados técnicos foram aguardados junto ao questionário do município. Como mencionado anteriormente, o engenheiro responsável pelo questionário de Jaraguá do Sul não respondeu o mesmo a tempo de ser incluído nos resultados.

Após chegar a ETE, o esgoto sanitário passa por pré-tratamento através de gradeamento e caixa de areia (Figura 32). O local é enclausurado para conter odores. Há um filtro biológico que realiza o tratamento desses odores (componente vermelho na imagem).



Figura 32 Pré-tratamento

A estação opera através de processo anaeróbico (RALF) seguido por pós-tratamento físico-químico para melhor remoção de matéria orgânica. Nas Figuras 33 e 34, tiradas de cima do RALF, se pode ver o processo de floculação imposto através de agente químico (cloreto férrico).



Figura 33 Floculação



Figura 34 Pós-floculação

Após o tratamento mencionado, o efluente segue para tanque de contato com cloro para desinfecção (Figura 35). Após o processo, o



mesmo segue para um pequeno rio que passa nos fundos da ETE e que desemboca cerca de 500 metros à frente no Rio Itapocu.



Figura 35 Tanque de Contato

Em momentos de pico de vazão, parte do efluente já direcionado ao RALF é mandado de volta à elevatória principal da ETE para que possa entrar novamente no tratamento. A Figura 36 mostra o barrilete da tubulação de bombeamento da ETE.



Figura 36 Barrilete da Elevatória

O lodo gerado é encaminhado para secagem em aparelho compacto e depositado em caçamba (Figura 37).



Figura 37 Desidratação do Lodo

Como se percebe em algumas imagens, a estação está passando por reformas. A empresa privada Rotária do Brasil, de Florianópolis, está realizando uma reforma emergencial na ETE.

No projeto inicial, estava prevista uma segunda etapa onde seria implantado mais um RALF semelhante ao existente. No entanto, devido à elevada vazão que tem-se necessidade de tratar e ao fato do tratamento empregado ser apenas de caráter primário, necessitando de um pós-tratamento físico-químico para atender às legislações, a reforma implantará outro tipo de técnica.

Será construído um tanque RBS e três estoques de lodo, já que o tratamento por lodos ativados geram maiores quantidades do material. Assim, o processo ficará dividido em 30% para o RALF e 70% para o RBS. A Figura 38 mostra a área em que será construído o tanque e os estoques de lodo que serão em componentes já existentes e não utilizados na ETE (tanques verdes).



Figura 38 Área da Reforma e Tanques de Estoque de Lodo

Por fim, através da Figura 39 se tem boa noção da área da ETE, local da obra de expansão e do RALF operante.





Figura 39 ETE Água Verde

#### 5.4.3. ETE Jurerê Internacional

Ao dia 20/06/14 realizou-se uma visita à Estação de Tratamento de Esgotos do bairro Jurerê Internacional, Florianópolis. A ETE pertence ao SAE (Sistema de Água e Esgotos) da empresa privada Habitasul que atua no bairro citado.

A estação recebe esgotos domésticos de 10 elevatórias espalhadas ao longo do bairro e realiza tratamento biológico através de três reatores por lodos ativados em bateladas sequenciais, como se pode observar na Figura 40.



Figura 40 Informações Gerais da ETE

Não foi permitido tirar fotos das etapas do tratamento, apesar da ETE estar operando em condições normais. No entanto, se pôde visitar o local do pré-tratamento, do biofiltro para controle de odores, os três tanques biológicos, o tanque de contato de desinfecção e os quatro leitos de secagem de lodo.

De acordo com as informações obtidas, a ETE tem capacidade de operar com uma vazão de até 45 L/s, porém na baixa temporada (maior parte do ano), essa vazão cai para menos da metade. A engenheira sanitária e ambiental que acompanhou a visita disse que a população de moradores ao longo de todo o ano é de aproximadamente 4000 pessoas e que na temporada de verão, esse valor sobe para cerca de 15000 pessoas. Essa variação prejudica o tratamento empregado por alterar as características do esgoto e do lodo dos tanques, porém, segundo a engenheira, não afeta a eficiência do tratamento.

Vale ressaltar que a ETE é totalmente automatizada, portanto, não necessita de operador no local. Todos os processos são controlados através da sede localizada na ETA do bairro. Os profissionais apenas vão a ETE para realizar análises, realizar manutenções periódicas e acompanhar visitas.

Após a chegada de esgoto bruto, o mesmo segue para um pré-tratamento através de gradeamento seguido por um tanque de areia. Essa área é enclausurada em estrutura de alvenaria para evitar odores. O mesmo é captado no tanque de areia e direcionado a um biofiltro que reduz praticamente 100% o mau cheiro.

Após esse processo, o efluente segue para um dos tanques (na baixa temporada apenas dois permanecem em funcionamento). O método de tratamento, por reatores RBS, conta com algumas etapas (Figura 41).

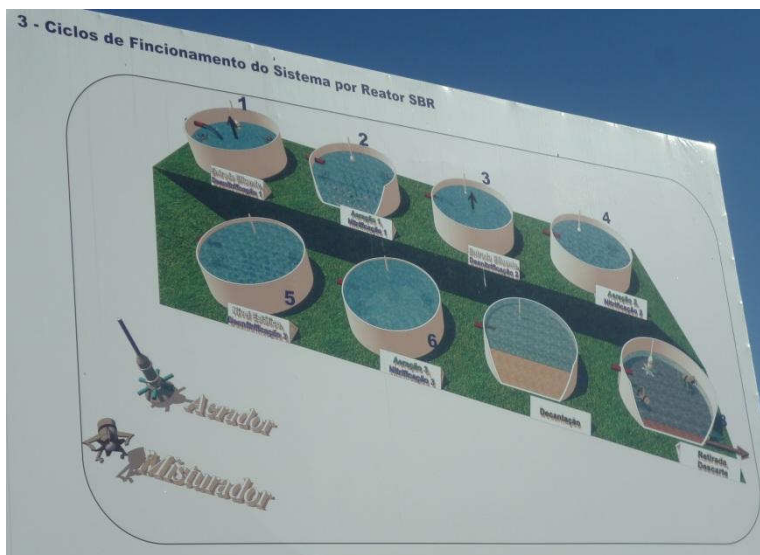


Figura 41 Etapas dos Reatores RBSs. Fonte: Placa do SAE

Os processos realizados em cada etapa podem ser vistos na Tabela 10:

Tabela 10 Processos de Cada Etapa dos RBSs		
Etapa		Processo
1	Entrada de Efluente	Desnitrificação 1
2	Aeração 1	Nitrificação 1
3	Entrada de Efluente	Desnitrificação 2
4	Aeração 2	Nitrificação 2
5	Nível Estático	Desnitrificação 3
6	Aeração 3	Nitrificação 3

7	Decantação	Separação do Lodo
8	Retirada	

A entrada de efluente sempre ocorre em um reator que esteja em etapa de desnitrificação, ou seja, recebendo apenas agitação sem aeração. Isso garante a eficiência do tratamento, já que o objetivo da etapa é criar uma condição anóxica no tanque a fim de promover justamente a desnitrificação. Portanto, a entrada de efluente neste momento contribui para a condição, já que o esgoto bruto conta com elevada carga orgânica e baixo OD.

Após os processos biológicos, todos os equipamentos (aeradores e misturadores) são desligados, dessa forma, o tanque torna-se um decantador secundário, promovendo a separação da camada de efluente tratado da camada de lodo. Posteriormente, este tratado segue pra desinfecção por cloro em um tanque de contato. Após o tempo de detenção no local, o mesmo é encaminhado para irrigação em uma área afastada da ETE e de residências.

O lodo gerado no processo é retirado periodicamente quando se encontra em excesso, ou seja, acima de níveis pré-estabelecidos para um ideal tratamento. O mesmo é bombeado para um dos quatro leitos de secagem existentes no local. Cada leito, quando cheio, permanece cerca de seis meses sem receber demais quantias, a fim de garantir melhor desidratação e estabilização. Após o período, o material é coletado e designado a aterro industrial devidamente autorizado para a atividade.

A Figura 42, locada na ETE, mostra essas etapas.



Figura 42 Etapas do Tratamento Empregado. Fonte: Placa do SAE

A ETE conta com os certificados ISO 9001 e ISO 14001 e atua de acordo com as premissas das leis ambientais vigentes, tanto federais como estaduais. Segundo a engenheira, um laboratório devidamente certificado realiza coleta de amostras para verificar a qualidade do efluente tratado e direcionar um parecer aos órgãos ambientais locais (FATMA e Vigilância Sanitária).

Por fim, de acordo com a engenheira, a empresa pretende no futuro criar nova ETE para atender ao local para que toda a população, residencial e flutuante possa ser atendida.

De acordo com a Figura 43, ainda há uma área do bairro que não possui coleta de esgoto (alaranjado), nesses locais o tratamento é realizado individualmente por fossas sépticas. Pela mesma imagem, se pôde realizar uma estimativa da população do bairro atendida. Através de software AutoCAD®, estima-se que a ETE receba esgotos de 82% do bairro em questão.



Figura 43 Áreas de Influência da Rede do Bairro. Fonte: Placa do SAE

### 5.5. Considerações Finais

Foi levantada a informação de diversos municípios do Estado que possuem planos de implantação, tanto de redes de esgoto como ETEs. O processo encontra-se desde fases iniciais de planejamento até fases finais de construção das mesmas. Alguns municípios que mencionaram o fato são: Araranguá, Balneário Gaivotas, Balneário Rincão, Biguaçu, Içara, Indaial, Itajaí, Laguna, São Francisco do Sul, Saudades, entre alguns poucos outros. Muitos responderam via e-mail que não possuem e não há planos de construção de ETEs.

Todos os e-mails trocados e questionários recebidos ao longo dos dois semestres de trabalho (de setembro de 2013 a junho de 2014) podem ser consultados entrando em contato com o autor da pesquisa.

Nome: Eduardo Henrique Oréfice Telefone celular: +55 48 9619-8642 E-mail: <a href="mailto:eduorefice23@hotmail.com">eduorefice23@hotmail.com</a>
--

## 6. CONCLUSÕES E CONSIDERAÇÕES

Claramente o quadro do saneamento quanto ao tratamento de esgoto sanitário público no Estado de Santa Catarina ainda apresenta-se um tanto deficiente.

Num momento inicial, esperava-se construir um diagnóstico mais abrangente e criterioso da situação no Estado. No entanto, isso ficou dificultoso devido à inexistência, em sua grande maioria, de estações de tratamento.

Porém a situação vem obtendo mudanças relevantes e fundamentais com maior frequência nos últimos anos. Como se pôde observar com os resultados obtidos, diversas ETEs analisadas datam dos últimos 15 anos. Além de diversos municípios contatados terem mencionado que existem planos de expansão ou implantação de novas ETEs.

Quanto à implantação de novas ETEs, alguns dos contribuintes mencionaram grande burocracia governamental envolvendo a disponibilização de recursos para a questão.

Os tratamentos mais utilizados, não sendo novidade, são justamente os que necessitam de menores áreas para sua utilização (normalmente encontraram-se tratamentos primários com UASBs e/ou tratamentos secundários com reatores em batelada sequencial ou valos de oxidação). Ou seja, técnicas mais simples e mais antigas como as lagoas de estabilização vêm sendo substituídas ou descartadas devido ao grande espaço que ocupam e relativa pior qualidade do efluente tratado, além de necessitarem de igual manutenção para garantir suas eficiências.

Percebe-se atual preocupação na realização de aprimoramentos a fim de atender às leis ambientais condizentes e cada vez mais restritivas.

Notou-se grande diferença de receptividade entre os contribuintes, indo desde pessoas atenciosas e com real orgulho e vontade de apresentar o caso de seu município, até descaso com a pesquisa.

Este trabalho serve como ponto inicial para pesquisas posteriores na área, dando grande abrangência a todas as áreas do Estado. Portanto, em casos mais específicos, onde se deseja obter resultados mais precisos, o trabalho pode contribuir com dados fundamentais a serem utilizados como base.

## 7. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AGÊNCIA REGULADORA DE SERVIÇOS DE SANEAMENTO BÁSICO DO ESTADO DE SANTA CATARINA, AGESAN, 2014. Disponível em: <http://www.agesan.sc.gov.br/index.php/relatorio2>. Acesso em 29 mai 2014.

BRASIL. **Congresso Nacional**. Lei nº 11.445, Brasília, 2007.

BRASIL. Ministério do Meio Ambiente. **Conselho Nacional do Meio Ambiente. CONAMA**. Resolução nº 357, Brasília, 2005.

BRASIL. Ministério do Meio Ambiente. **Conselho Nacional do Meio Ambiente. CONAMA**. Resolução nº 430, Brasília, 2011.

CAVALCANTI, T. B. G. **Técnicas para o Controle Bacteriológico da Água**. FATEC – SP. Monografia para o Curso de Especialização em Tecnologias Ambientais da Faculdade de Tecnologia de São Paulo, São Paulo, 1999.

COMPANHIA CATARINENSE DE ÁGUAS E SANEAMENTO, CASAN, 2014. **Relatório Anual CASAN 2012**. Disponível em: <http://www.casan.com.br/menu-conteudo/index?url/srm-superintendencia-regional-da-regiao-metropolitana-da-grande-florianopolis#800>. Acesso em: 03 mar 2014.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. IBGE, 2013. **Censo 2010**. Disponível em: [http://www.ibge.gov.br/home/estatistica/populacao/censo2010/indicadores\\_sociais\\_municipais/tabelas\\_pdf/tab13.pdf](http://www.ibge.gov.br/home/estatistica/populacao/censo2010/indicadores_sociais_municipais/tabelas_pdf/tab13.pdf). Acesso em: 22 nov. 2013.

JORDÃO, E. P; PESSOA, C. A. **Tratamento de Esgotos Domésticos**. 3ª ed. Associação Brasileira de Engenharia Sanitária e Ambiental. ABES, Rio de Janeiro, 1995.

MANCUSO, P. C. S; SANTOS, H. F. **Reuso da Água**. 1ª ed. Faculdade de Saúde Pública – USP, São Paulo, 2003.



NUVOLARI, A et al. **Esgoto Sanitário: Coleta, Transporte, Tratamento e Reuso Agrícola**. 1ª ed. FATEC – SP, São Paulo, 2003.

SANTA CATARINA. **Fundação do Meio Ambiente. FATMA**. Lei nº 14.675, Florianópolis, 2009.

SANTOS, A. V. **Comportamento do Reator Sequencial em Batelada (RSB) Sob Estado Estacionário Dinâmico Utilizando Idade do Lodo como Parâmetro de Controle Operacional**. Tese (Doutorado) – Curso de Recursos Hídricos e Saneamento Ambiental. Instituto de Pesquisas Hidráulicas – UFRS, Porto Alegre, 2005.

SERVIÇO INTERMUNICIPAL DE ÁGUA E ESGOTO. SIMAE, 2014. Disponível em: <http://www.simae.sc.gov.br/esgoto-joacabaherval>. Acesso em: 28 mai 2014.

SIMÃO, L. **Avaliação da Eficiência do Uso de Hipoclorito de Sódio na Desinfecção de Efluentes Sanitários: Estudo de Caso SAMAE de Sombrio/SC**. Trabalho de Conclusão de Curso – Curso de Engenharia Ambiental. Departamento de Engenharia Ambiental – UNESC, Criciúma, 2013.

SISTEMA NACIONAL DE INFORMAÇÕES SOBRE SANEAMENTO. SNIS, 2014. **Diagnóstico dos Serviços de Água e Esgoto 2012**. Disponível em: <http://www.snis.gov.br/PaginaCarrega.php?EWRErterterTERTer=103>. Acesso em: 27 mai. 2014.

SISTEMA NACIONAL DE INFORMAÇÕES SOBRE SANEAMENTO. SNIS, 2013. Disponível em: <http://www.snis.gov.br/>. Acesso em: 08 out. 2013.

VON SPERLING, M. **Princípios do Tratamento Biológico de Águas Residuárias**. V. 1. **Introdução à Qualidade das Águas e ao Tratamento de Esgotos**. 2ª ed. Departamento de Engenharia Sanitária e Ambiental – UFMG, Belo Horizonte, 1996.

## **8. ANEXOS**

Anexo 1. Planilha de Resultados Obtidos;

Anexo 2. E-mail do Diretor da AGIR;

Anexo 3. Interpretação dos Resultados;

Anexo 4. Questionário Base da Pesquisa.

MUNICÍPIO	TELEFONE CONTATO	TELEFONE CONTATO 2	ESTABELECEU CONTATO?	DATA CONTATO	RESPONSÁVEL PELO QUESTIONÁRIO	E-MAIL DO RESPONSÁVEL	LOCAL DE TRABALHO	CARGO NO LOCAL	RETORNOU O QUESTIONÁRIO?	Nº ETES NO MUNICÍPIO
Balneário Camboriú	(47) 3261-0000	47 3367-8342	SIM	17/04/14	RICARDO	<a href="mailto:ricardo.b@emasa.com.br">ricardo.b@emasa.com.br</a>	EMASA	TEC. SANEAMENTO	SIM	2
Blumenau	(47) 9627-3935	3331-8480 (FOZ DO BRASIL)	SIM	18/09/13	FELIPE	<a href="mailto:dir.tecnico@agir.sc.gov.br">dir.tecnico@agir.sc.gov.br</a>	AGIR	ENG. SANITARISTA	SIM	2
Bom Jardim da Serra	(49) 3232-0264		SIM	17/04/14	DURVACI	NÃO HÁ ETE	CASAN			0
Bombinhas	(47) 3369-2297		NÃO							
Camboriú	(47) 3365-0261 / 3365-2083		NÃO							
Campos Novos	(49) 3541-0844		SIM	17/04/14	EDUARDO	<a href="mailto:edubello1@hotmail.com">edubello1@hotmail.com</a>	SAMAE	ENG. SANITARISTA	SIM	4
Canoinhas	(47) 3622-4590		SIM	17/04/14	JOSÉ	NÃO HÁ ETE	CASAN			0
Capinzal	(49) 3555-1107		SIM	08/05/14	DIONÍSIO	<a href="mailto:dionisio@simaecao.com.br">dionisio@simaecao.com.br</a>	SIMAE 2		NÃO	
Catanduvas	(49) 3525-1249		NÃO							
Chapecó	(49) 3321-2700		SIM	24/04/14	JOÃO RODRIGO	<a href="mailto:celeuterio@casan.com.br">celeuterio@casan.com.br</a>	CASAN	TEC. SANEAMENTO	SIM	1
Cocal do Sul	(47) 3447-0887		NÃO							
Concórdia	(49) 3442-0343		SIM	24/04/14	ÊNIO	<a href="mailto:efranzoi@casan.com.br">efranzoi@casan.com.br</a>	CASAN		SIM	1
Criciúma	(48) 3461-7000		SIM	24/04/14	LUIZ	<a href="mailto:lrocha@casan.com.br">lrocha@casan.com.br</a>	CASAN	ENG. SANITARISTA	SIM	1
Dionísio Cerqueira	(49) 3644-1142		NÃO							
Florianópolis	(48) 3221-5000	3221-5792	SIM	29/05/14	GUILHERME	<a href="mailto:gcampos@casan.com.br">gcampos@casan.com.br</a> <a href="mailto:larruda@casan.com.br">larruda@casan.com.br</a>	CASAN	ENG. SANITARISTAS	NÃO	7
Fraiburgo	(49) 3246-0160	3246-1868	NÃO							
Governador Celso Ramos	(48) 3262-0386		SIM	24/04/14	KLÉBER / RENATO	<a href="mailto:samaecgr@samae.com.br">samaecgr@samae.com.br</a>	SAMAE	OFICIAL ADMINISTRATIVO	SIM	1
Gravatal	(48) 3642-2212		SIM	24/04/14	JOSÉ	<a href="mailto:jmonteiro@casan.com.br">jmonteiro@casan.com.br</a>	CASAN		SIM	1
Herval d'Oeste	(49) 3551-8200		SIM	24/04/14	JOÃO CARLOS	<a href="mailto:engenharia@simaesc.gov.br">engenharia@simaesc.gov.br</a>	SIMAE	DIRETOR TÉCNICO	SIM	1
Içara	(48) 3432-8727	3432-7708	NÃO							
Imbituba	(48) 3255-0280		NÃO				AGESAN			
Itá	(49) 3458-1311	3458-9500	SIM	24/04/14	MARTA	<a href="mailto:engenharia@ita.sc.gov.br">engenharia@ita.sc.gov.br</a>	PREFEITURA		NÃO	
Itajaí	(47) 3344-9000		SIM	24/04/14	CAROLINA	<a href="mailto:carolina.santos@semasaitajai.com.br">carolina.santos@semasaitajai.com.br</a>	SEMASA		SIM	1
Itapema	(47) 3268-8200		NÃO	24/04/14	DESLIGOU NA CARA		ÁGUAS DE ITAPEMA			
Jaraguá do Sul	(47) 3371-0590		SIM	14/06/14	DEVERSON	<a href="mailto:deverson@samaejs.com.br">deverson@samaejs.com.br</a>	SAMAE	DIRETOR TÉCNICO	NÃO	3
Joaçaba	(49) 3551-8200		SIM	24/04/14	JOÃO CARLOS	<a href="mailto:engenharia@simaesc.gov.br">engenharia@simaesc.gov.br</a>	SIMAE	DIRETOR TÉCNICO	SIM	1
Joinville	0800-723-0300		SIM	14/06/14	GRASIELA	<a href="mailto:grasiela.breis@aguasdejoinville.com.br">grasiela.breis@aguasdejoinville.com.br</a>	ÁGUAS DE JOIVILLE	COORDENADORA DE ETES	NÃO	
Lages	(49) 3224-4855	3225-1303	SIM	23/05/14	ALTHERRE	<a href="mailto:altherre@viaplanengenharia.com.br">altherre@viaplanengenharia.com.br</a>	VIAPLAN	ENGENHEIRO	SIM	4
Laguna	(48) 3644-0996	3644-8100	SIM	23/05/14	RENATO	<a href="mailto:rlvieira@casan.com.br">rlvieira@casan.com.br</a>	CASAN	CHEFE DE AGÊNCIA	SIM	0
Luzerna	(49) 3551-8200		SIM	24/04/14	JOÃO CARLOS	<a href="mailto:engenharia@simaesc.gov.br">engenharia@simaesc.gov.br</a>	SIMAE	DIRETOR TÉCNICO	SIM	1
Orleans	(48) 3466-0233		SIM	25/04/14		<a href="mailto:rossano.comelli@terra.com.br">rossano.comelli@terra.com.br</a>	SAMAE		NÃO	
Ouro	(49) 3555-1107		SIM	08/05/14	DIONÍSIO	<a href="mailto:dionisio@simaecao.com.br">dionisio@simaecao.com.br</a>	SIMAE 2		NÃO	
Palhoça	0800-643-3737		NÃO							
Rancho Queimado	(48) 3275-0312	8407-9488	NÃO							
Santo Amaro da Imperatriz	(48) 3274-1201	3221-5721	NÃO				AGESAN			
São Bento do Sul	(47) 3631-3900		NÃO							
São Francisco do Sul	(47) 3471-2000	3471-2035	SIM	23/05/14	RICARDO	SAMAE NÃO CONSEGUE VERBA E QUER CONCESSIONAR O SERVIÇO DE ÁGUA E ESGOTO				0
São Joaquim	(49) 3233-0311		NÃO				AGESAN			
São José	(48) 3381-3600	3221-5763	NÃO							
Saudades	(49) 3334-0231		SIM	29/05/14	JOÃO	NÃO HÁ ETE	SAMAE			0
Sombrio	(48) 3533-0503		SIM	29/05/14	JADNA	<a href="mailto:samae@sombrio.sc.gov.br">samae@sombrio.sc.gov.br</a>	SAMAE	ENG. AMBIENTAL	SIM	1
Tangará	(48) 3221-5000		NÃO							
Treze Tílias	--		NÃO				AGESAN			
Tubarão	(48) 3052-7400		NÃO							
SAE (JURERÊ)	(48) 3261-5585		SIM	12/06/2014	FABIANA	<a href="mailto:fabiana.thiesen@jurere.com.br">fabiana.thiesen@jurere.com.br</a>	SAE	ENG. SANITARISTA	SIM	1

Boa Tarde,

Municípios Regulados pela AGIR:

MUNICÍPIOS - AMMVI	POPULAÇÃO (hab)
ASCURRA	7.412
BLUMENAU	309.011
DR. PEDRINHO	3.064
GASPAR	57.981
INDAIAL	58.854
BENEDITO NOVO	10.336
RIO DOS CEDROS	10.284
POMERODE	27.759
BOTUVERÁ	4.468
APIÚNA	9.600
GUABIRUBA	18.430
RODEIO	10.922
TIMBÓ	36.774
BRUSQUE	105.503
TOTAL	670.398

Os Municípios de Ascurra, Benedito Novo, Apiúna, Guabiruba, Rodeio, Botuverá, Gaspar, Brusque,Rio dos Cedros e Timbo não possuem sistema de coleta e tratamento de esgotos, sendo que os esgotos domésticos dos municípios são via de regra lançados atualmente em sistemas individuais constituídos por fossa séptica e sumidouros, e na ausência destes, encaminhados sem qualquer tratamento às galerias de águas pluviais ou diretamente aos corpos de água da região.

No Município de Doutor Pedrinho apenas uma pequena parcela da população é atendida com sistema de coleta e tratamento de esgoto doméstico. O bairro Piave conta com uma rede de 1km de extensão onde 200 residências lançam o esgoto doméstico. Já o bairro Centro possui uma rede com 200 metros de extensão, recebendo efluente doméstico de 15 residências. Estas redes conduzem o esgoto doméstico coletado até uma fossa coletiva. A operação destes sistemas são de responsabilidade da prefeitura.O restante da população não possui sistema de coleta e tratamento de esgotos, sendo que os esgotos domésticos do município são via de regra lançados atualmente em sistemas individuais constituídos por fossa séptica e sumidouros, e na ausência destes, encaminhados sem qualquer tratamento às galerias de águas pluviais ou diretamente aos corpos de água da região.

Já Indaial possui atualmente 1 (uma) Estação de Tratamento de Esgotos em fase de construção no bairro Nações. Esta será responsável por tratar 47 l/s. Outras ETEs estão previstas para o município de Indaial nos bairros Encano Baixo, Encano Norte e Warnow.

No município de Pomerode, o sistema de tratamento de esgoto está em fase de implantação, sendo esta fase inicial de responsabilidade da prefeitura. Após esta fase o Serviço Autônomo Municipal de Água e Esgoto - SAMAE, autarquia do município de Pomerode, será responsável pelo sistema, possuindo rede coletora de esgoto. Esta rede é compostapor redes unitárias ou mistas e separadora. A rede unitária ou mista é constituída de coletores de água de chuva ou galerias pluviais que são utilizados para transportar o esgoto sanitário. A separadora é constituída de coletores para transportar somente o esgoto sanitário. Sobre a rede unitária ou mista não se tem informação em relação a sua extensão. Já a rede separadora possui uma extensão de 13 km localizada na bacia B.O tipo de tratamento realizado será o reator anaeróbico, não sendo realizados tratamentos complementares.

**O único município consorciado a AGIR que apresenta tratamento de esgotos é o município de Blumenau.** As vazões de esgotos coletadas na cidade recebem tratamento em 2 (duas) estações de tratamento, sendo:

**ETE – Garcia (Rua Lions Clube, nº 139 Bairro Garcia, Blumenau)**

- 1. PRÉ-TRATAMENTO (GRADEAMENTO / DESARENADOR)
  - 2. CÂMARAS DE CONTROLE DE ODORES
  - 3. UASB-REATOR ANAERÓBIO
  - 4. REATOR AERÓBIO (TANQUE DE AERAÇÃO) – Em construção, previsão de início de operação em setembro de 2013.
  - 5. ELEVATÓRIAS (RECIRCULAÇÃO, DESCARTE) E DISTRIBUIÇÃO DE VAZÃO.
  - 6. TANQUE DE CONTATO COM CLORO (DESINFECÇÃO).
  - 7. TRATAMENTO DE LODOS
- Vazão Início de plano = 20L/s  
Vazão Final de plano = 170 L/s  
Vazão operação atual = 85 L/s = 306 m³/h

**ETE – Fortaleza (Rua Adolfo Radunz, Bairro Fortaleza, Blumenau)**

- 1. PRÉ-TRATAMENTO (GRADEAMENTO / DESARENADOR)
  - 2. CÂMARA DE CONTROLE DE ODORES
  - 3. DECANTADOR PRIMÁRIO (construído e não utilizado)
  - 4. REATOR AERÓBIO (TANQUE DE AERAÇÃO está trabalhando como aeração prolongada)
  - 5. DECANTADOR SECUNDÁRIO
  - 6. TANQUE DE CONTATO COM CLORO (DESINFECÇÃO).
  - 7. TRATAMENTO DE LODOS
- Vazão Início de plano = 10 L/s  
Vazão Final de plano = 469,5 L/s  
Vazão operação atual = 156 L/s = 562 m³/h

Atenciosamente,

Felipe Ruediger

Diretor Técnico

Engenheiro Sanitarista e Ambiental

Agência Intermunicipal de Regulação, Controle e Fiscalização de Serviços Públicos Municipais do Médio Vale do Itajaí - AGIR

Rua: Alberto Stein, nº. 466 - Bairro: Velha, Blumenau/SC

CNPJ nº. 11.762.843/0001-41

Fone: (47) 3331-5827

Site: [www.agir.sc.gov.br](http://www.agir.sc.gov.br)

MUNICÍPIO	NOME DA ETE	INÍCIO DE OPERAÇÃO	ÁREA	POPULAÇÃO ATENDIDA	VAZÃO ATUAL	TRATAMENTO EMPREGADO	EFICIÊNCIA REMOÇÃO DBO	EFICIÊNCIA DESINFECÇÃO	O QUE É FEITO COM O LODO?	HÁ PLANOS DE EXPANSÃO?	VAZÃO PRETENDIDA	COMENTÁRIOS	PLANOS DE ATIVAÇÃO DE NOVAS ETES?
		[ANO]	[m²]	[hab]	[L/s]		[%]	[%]			[L/s]		
BALNEÁRIO CAMBORIÚ	N/D	1984	N/D	92800	N/D	LODOS ATIVADOS	N/D	N/D	SECAGEM -> EMPRESA ESPECIALIZADA	N/D	N/D	PROVAVELMENTE DESATIVADO	NÃO
	ETE NOVA ESPERANÇA	2012	19800	130000	450	LODO ATIVADO C/ AERAÇÃO PROLONGADA	91 (DQO)	90	SERÁ DEPOSITADO NO ANTIGO SISTEMA DE LAGOAS	SIM	450	PRETENDEM CONSTRUIR + 2 DECANTADORES, LOCAL DE TRATAMENTO DE LODO E MELHORAR A CHEGADA DO ESGOTO PRETENDEM EXPANDOR A REDE PARA 100% DO MUNICÍPIO HÁ DIFICULDADES COM RETIRADA DE SÓLIDOS GROSSEIROS DO ESGOTO BRUTO	
BLUMENAU	ETE GARCIA	N/D	N/D	N/D	85,0	N/D	N/D	N/D	N/D	N/D	N/D	INFORMAÇÕES CEDIDAS POR E-MAIL (AGIR)	N/D
	ETE FORTALEZA	N/D	N/D	N/D	156,0	N/D	N/D	N/D	N/D	N/D	N/D		
CAMPOS NOVOS	ETE BACIA B	2007	5000	15000	30,0	UASB + LAGOAS AERADAS	83	99	FILTRO PRENSA -> ATERRO SANITÁRIO	SIM	45	RECEBE MUITA ÁGUA DE CHUVA GÁS DO UASB SENDO ARMAZENADO	SIM
	ETE LAGOAS BACIA A	1999	10000	7900	25,0	LAGOAS DE ESTABILIZAÇÃO	40	60	NUNCA RETIRADO	SIM	45	PRETENDEM COBRIR A LAGOA ANAERÓBIA P/ MELHORAR REMOÇÃO DE DBO PRETENDEM AERAR AS LAGOAS FACULTATIVAS	
	ETE BACIA C	1998	1000	987	1,0	FILTRO ANAERÓBIO	81	23	POUCO LODO GERADO	SIM	8	PRETENDEM IMPLANTAR MAIS FILTROS E CRIAR UM WETLAND P/ POLIMENTO	
CHAPECÓ	ETE CHAPECÓ	2006	N/D	66400	120,0	LODO ATIVADO C/ AERAÇÃO PROLONGADA	91	98	RECIRCULADO DESIDRATADO -> ATERRO SANITÁRIO	SIM	400	PRETENDEM CONSTRUIR + 2 VALOS DE OXIDAÇÃO, + 2 DECANTADORES E + 2 CENTRÍGUGAS DE DESIDRATAÇÃO CALAHA PARSHAL C/ MEDIDOR ULTRA-SÔNICO	NÃO
CONCÓRDIA	ETE BAIRRO NATUREZA	1997	N/D	1500	8,0	REATOR ANAERÓBIO + VALO OXIDAÇÃO	95	N/D	SECAGEM -> ATERRO SANITÁRIO	NÃO	--	POSSUI DESINFECÇÃO EFICIENTE	SIM
CRICIÚMA	ETE CRICIÚMA	2011	7700 (?)	55000	55,0	UASB + FILTRO BIOLÓGICO	82	93	ATERRO SANITÁRIO	SIM	255	CONTROLE DE ODORES NO PRÉ-TRATAMENTO (FILTRO ESTUFA) POSSUI 3 UASBs + 2 FILTROS BIOLÓGICOS + 3 DECANTADORES	SIM (REGIÃO DE "GRANDE PRÓSPERA")
GOV. CELSO RAMOS	ETE LOTEAMENTO PALMAS	2004	2400	1350	7,2	LODO ATIVADO + DESINFECÇÃO	99	99	RECOLHIDO POR EMPRESA ESPECIALIZADA	SIM	16	PRETENDEM AUMENTAR AS REDES PARA ATENDER A 6300 HABITANTES MANUTENÇÕES CORRIQUEIRAS DEVIDO À ÁGUA DA CHUVA INFILTRADA	SIM
GRAVATAL	ETE GRAVATAL	2009	4000 (?)	1900	8,0	UASB + TRATAMENTO AERÓBIO POR BATELADA	85	99	ATERRO SANITÁRIO	SIM	30	POSSUI 1 REATOR UASB E 2 REATORES EM BATELADA SEQUENCIAL	SIM (REGIÃO DE "GRANDE PRÓSPERA")
FLORIANÓPOLIS*	ETE INSULAR	1997				LODO ATIVADO COM AERAÇÃO PROLONGADA	87		SECAGEM -> ATERRO SANITÁRIO			NÃO POSSUI LICENCIAMENTO AMBIENTAL MÁS CONDIÇÕES NO CERCAMENTO E LIMPEZA RECÉM INSTALADO BIOFILTRO P/ CAPTAÇÃO DE GASES DESPEJO NO MAR (EMISSÁRIO 100 m) INÍCIO DE REFORMA ESTRUTURAL DO REATOR INATIVO HÁ TEMPOS	
	ETE SACO GRANDE	2007				UASB	80					DESPEJO NO MAR (EMISSÁRIO 800 m) PRETENDEM IMPLANTAR + 1 DECANTADOR	
	ETE PARQUE TECNOLÓGICO					LODOS ATIVADOS	98					NÃO POSSUI LICENCIAMENTO AMBIENTAL	
	ETE CANASVIEIRAS	1995				UASB + LODO ATIVADO	95		SECAGEM -> ATERRO SANITÁRIO			PASSOU POR GRANDE REFORMA EM 2011	
	ETE PRAIA BRAVA					LODOS ATIVADOS	75					NÃO POSSUI LICENCIAMENTO AMBIENTAL MÁS CONDIÇÕES NO CERCAMENTO E LIMPEZA DESPEJO NO MAR SEM EMISSÁRIO (CÓRREGO ARTIFICIAL) DEVE SER DESATIVADA (ESGOTO VAI PRA ETE CANASVIEIRAS)	
	ETE LAGOA DA CONCEIÇÃO	1987				UASB + VALO DE OXIDAÇÃO	90					NÃO POSSUI LICENCIAMENTO AMBIENTAL DESPEJO DO TRATADO NAS DUNAS CENTRÍFUGA DE DESIDRATAÇÃO DE LODO INOPERAANTE 3 AERADORES INOPERANTES	
	ETE BARRA DA LAGOA	2006				UASB + LODO ATIVADO	94					NÃO POSSUI LICENCIAMENTO AMBIENTAL TRATADO LANÇADO NO SOLO POR IRRIGAÇÃO	
HERVAL D'OESTE e JOAÇABA	ETE HERVAL	1992	20480	40900	71,0	SISTEMA AUSTRALIANO	78	92	RETIRADO 1 VEZ E ARMAZENADO EM BAGS	SIM	120	PRETENDEM CONSTRUIR + 2 LAGOAS PRETENDEM AERAR A LAGOA ANAERÓBIA DEVIDO AO MAU CHEIRO	NÃO
IMBITUBA*	N/D	2009	N/D	1720	N/D	LODOS ATIVADOS	N/D	N/D	SECAGEM > EMPRESA ESPECIALIZADA	N/D	N/D	HÁ QUEIMADOR DE METANO, PORÉM, SEGUNDO O RELATÓRIO, O PROCESSO É AERÓBIO??  COMENTA-SE QUE A ETE É COMPACTA	N/D
JURERÊ INTERNACIONAL (BAIRRO)	SAE JURERÊ	1983	N/D	4000 - 15000	45,0	LODO ATIVADO EM BATELADAS	N/D	N/D	LEITO DE SECAGEM > ATERRO INDUSTRIAL	NÃO	--	TRATAMENTO DE ODORES POR BIOFILTROS POSSUI ISO 9001 E ISO 14001	SIM
LUZERNA	ETE LUZERNA	2004	N/D	6400	12,6	UASB + BIOFILTRO AERADO	82	97	LEITO DE SECAGEM	NÃO	--	N/D	NÃO

\* = RELATÓRIOS AGESAN  
N/D = NÃO DISPONIBILIZADO

MUNICÍPIO	NOME DA ETE	INÍCIO DE OPERAÇÃO	ÁREA	POPULAÇÃO ATENDIDA	VAZÃO ATUAL	TRATAMENTO EMPREGADO	EFICIÊNCIA REMOÇÃO DBO	EFICIÊNCIA DESINFECÇÃO	O QUE É FEITO COM O LODO?	HÁ PLANOS DE EXPANSÃO?	VAZÃO PRETENDIDA	COMENTÁRIOS	PLANOS DE ATIVAÇÃO DE NOVAS ETES?
		[ANO]	[m²]	[hab]	[L/s]		[%]	[%]			[L/s]		
LAGES	ETE CAÇA E TIRO	2009	5000	60000	90,0	LODOS ATIVADOS	90	50	ATERRO SANITÁRIO	SIM	200	PRETENDEM CONSTRUIR + 8 REATORES PRETENDEM MELHORAR A RETENÇÃO DE GORDURA E SÓLIDOS GROSSEIROS PRETENDEM MECANIZAR O DESÁGUE DO LODO PRETENDEM CONSTRUIR SISTEMA DE DESINFECÇÃO	NÃO
STO. AMARO DA IMPERATRIZ*	N/D	1986 (PROJETO)	N/D	5900	10,0	N/D	90	N/D	N/D	SIM	24	HÁ RECLAMAÇÕES POR MAU CHEIRO PRETENDEM CONSTRUIR + 1 DECANTADOR SECUNDÁRIO PRETENDEM IMPLANTAR DESIDRATAÇÃO DE LODO PRETENDEM IMPLANTAR DESINFECÇÃO	N/D
SÃO JOAQUIM*	N/D	2009	N/D	8700	N/D	LODOS ATIVADOS	N/D	N/D	SECAGEM > EMPRESA ESPECIALIZADA	N/D	N/D	N/D	N/D
SÃO JOSÉ*	ETE POTECAS					REATOR ANAERÓBIO + LAGOAS DE DECANTAÇÃO	N/D					MELHORIAS NOS REATORES ANAERÓBIOS FORAM RECÉM IMPLANTADAS HÁ RECLAMAÇÃO POR MAU ODORES PRÉ-TRATAMENTO DESATIVADO HÁ MAIS DE UM ANO DESPEJO EM LOCAL INADEQUADO (RIO NÃO CONDIZENTE COM A VAZÃO DE EFLUENTE)	
SOMBRIO	ETE SOMBRIO	2011	13390	12000	7,5	LODOS ATIVADOS POR BATELADA	90	99	TANQUE DE ESTABILIZAÇÃO > ATERRO SANITÁRIO	SIM	N/D	PRETENDEM CONSTRUIR NOVA ETE DO OUTRO LADO DA BR 101 P/ ATENDER O RESTO DA POPULAÇÃO  COMENTAM DA BUROCRACIA QUE ENVOLVE A QUESTÃO DO SANEAMENTO	SIM
TREZE TÍLIAS*	N/D	2006	N/D	2100	N/D	LODOS ATIVADOS	N/D	N/D	SECAGEM > EMPRESA ESPECIALIZADA	N/D	N/D	N/D	N/D

* = RELATÓRIOS AGESAN
N/D = NÃO DISPONIBILIZADO



UNIVERSIDADE FEDERAL DE SANTA CATARINA  
CENTRO TECNOLÓGICO  
DEPARTAMENTO DE ENGENHARIA SANITÁRIA E AMBIENTAL  
**TRABALHO DE CONCLUSÃO DE CURSO II – ENS 5171**  
ORIENTADOR: PAULO BELLI FILHO



## **PESQUISA ACADÊMICA NA ÁREA DE ESGOTAMENTO SANITÁRIO**

Prezado Gestor,

Peço vossa atenção para realização deste trabalho.

Trata-se de um Trabalho de Conclusão de Curso para graduação em Engenharia Sanitária e Ambiental.

O aluno Eduardo Henrique Oréfice, junto ao seu orientador Professor Dr. Paulo Belli Filho, está realizando um trabalho de pesquisa nos municípios catarinenses a fim de diagnosticar as tecnologias de tratamento de esgoto sanitário existentes.

O trabalho visa enfatizar técnicas de tratamento de esgoto para que estas sirvam de exemplo aos demais municípios que não possuem tratamento. Contribuindo, portanto, para que o quadro do saneamento no Estado melhore cada vez mais.

Foi elaborado um questionário técnico para obter informações a respeito da(s) ETE(s) existente(s) no município. Pede-se a contribuição da empresa ou órgão apenas para os fins acadêmicos mencionados.

AGRADEÇO A ATENÇÃO,

Eduardo Oréfice

Aluno

Paulo Belli Filho

Professor



MUNICÍPIO	<input type="text"/>
AGÊNCIA REGULADORA DOS SERVIÇOS DE ÁGUA E ESGOTO	<input type="text"/>
EMPRESA RESPONSÁVEL PELOS SERVIÇOS DE SANEAMENTO	<input type="text"/>
O MUNICÍPIO POSSUI ETE(s)?	<input type="text"/>
QUANTAS ETE(s) ESTÃO OPERANDO ATUALMENTE?	<input type="text"/>

## DADOS ETE

NOME	<input type="text"/>
OPERA DESDE QUANDO	<input type="text"/>
ÁREA (m²)	<input type="text"/>
POPULAÇÃO ATENDIDA	<input type="text"/>
VAZÃO ATUAL (L/s)	<input type="text"/>
EFICIÊNCIA DO TRATAMENTO (%)	<input type="text"/>
TRATAMENTO EMPREGADO	<input type="text"/>

## COMPONENTES DA ETE (assinalar os existentes)

<input type="checkbox"/> PRÉ-TRATAMENTO	<input type="checkbox"/> LAGOA AERADA DE MISTURA COMPLETA	<input type="checkbox"/> CONTROLE DE ODORES
<input type="checkbox"/> REATOR UASB	<input type="checkbox"/> LODO ATIVADO	<input type="checkbox"/> ELEVATÓRIAS
<input type="checkbox"/> REATOR AERÓBIO	<input type="checkbox"/> LAGOA DE ALTA TAXA	<input type="checkbox"/> APROVEITAMENTO ENERGÉTICO
<input type="checkbox"/> LAGOA ANAERÓBIA	<input type="checkbox"/> LAGOA DE DECANTAÇÃO	<input type="checkbox"/> SISTEMA WETLAND
<input type="checkbox"/> LAGOA AERÓBIA	<input type="checkbox"/> LAGOAS DE POLIMENTO	<input type="checkbox"/> DESINFECÇÃO
<input type="checkbox"/> LAGOA FACULTATIVA	<input type="checkbox"/> SISTEMA AUSTRALIANO	<input type="checkbox"/> TRATAMENTO DO LODO
<input type="checkbox"/> LAGOA AERADA FACULTATIVA	<input type="checkbox"/> REATOR EM BATELADA SEQUENCIAL	<input type="checkbox"/> OUTROS (descrever na opção "comentários")



## VALORES DE ALGUNS PARÂMETROS DO EFLUENTE ANTES E APÓS O TRATAMENTO

	AFLUENTE	EFLUENTE
TEMPERATURA (°C)	<input type="text"/>	<input type="text"/>
pH	<input type="text"/>	<input type="text"/>
OD (mg/L)	<input type="text"/>	<input type="text"/>
DBO <sub>5</sub> (mg/L)	<input type="text"/>	<input type="text"/>
DQO (mg/L)	<input type="text"/>	<input type="text"/>
ST (mg/L)	<input type="text"/>	<input type="text"/>
SST (mg/L)	<input type="text"/>	<input type="text"/>
SDT (mg/L)	<input type="text"/>	<input type="text"/>
COLIFORMES TOTAIS (NMP/100mL)	<input type="text"/>	<input type="text"/>
COLIFORMES TERMOTOLERANTES (NMP/100mL)	<input type="text"/>	<input type="text"/>
NITROGÊNIO TOTAL (mg/L)	<input type="text"/>	<input type="text"/>
FÓSFOROS TOTAIS (mg/L)	<input type="text"/>	<input type="text"/>

LOCAL DE DESPEJO DO EFLUENTE TRATADO

O QUE É FEITO COM O LODO GERADO?

A ETE TEM PLANOS DE EXPANSÃO?

SE SIM, PRETENDERÁ ATENDER A QUAL VAZÃO? (L/s)

**SE SIM, QUAIS REFORMULAÇÕES FÍSICAS ESTARÃO PREVISTAS? (descrever)**

**COMENTÁRIOS A RESPEITO DA ETE (sugestões, peculiaridades, processos que estão funcionando bem, processos que estão com dificuldades de operação, acontecimentos recentes, etc)**

**EM CASO DE VISITAS, COM QUEM DEVO ENTRAR EM CONTATO? (incluir telefone)**

**O MUNICÍPIO POSSUI PRAZOS PARA ATIVAÇÃO DE NOVAS ETE(s)?**

**SE PUDERES, FAVOR DEIXAR SEU NOME E CARGO NA EMPRESA OU ÓRGÃO**